

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 6 月 2 7 日
Date of Application:

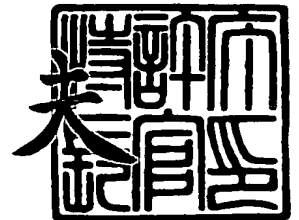
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 8 5 8 8 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 8 5 8 8 1]

出 願 人 日 本 特 殊 陶 業 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 P2003-038

【提出日】 平成15年 6月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H05K 1/02
H05K 3/46

【発明者】

【住所又は居所】 名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本特殊陶業株式会社 内

【氏名】 大野 猛

【発明者】

【住所又は居所】 名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本特殊陶業株式会社 内

【氏名】 高田 俊克

【発明者】

【住所又は居所】 名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本特殊陶業株式会社 内

【氏名】 小野田 光貢

【発明者】

【住所又は居所】 名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本特殊陶業株式会社 内

【氏名】 小嶋 敏文

【発明者】

【住所又は居所】 名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本特殊陶業株式会社 内

【氏名】 堀尾 俊和

【発明者】

【住所又は居所】 名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本特殊陶業株式会社 内

【氏名】 川村 彩子

【特許出願人】

【識別番号】 000004547

【氏名又は名称】 日本特殊陶業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100114605

【弁理士】

【氏名又は名称】 渥美 久彦

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2003- 45469

【出願日】 平成15年 2月24日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 163844

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0209935

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学素子搭載基板及びその製造方法、光導波路付き光学素子搭載基板及びその製造方法、光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板及びその製造方法、光部品付き光学素子搭載基板

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

主面を有するとともに、少なくとも前記主面側において開口する第 1 凹部を有するセラミック基板と、

前記セラミック基板の主面上に搭載され、発光部及び受光部のうちの少なくとも一方を有し、光導波路または光ファイバコネクタと光軸を合わせた状態で光学的に接続されるべき光学素子と、

前記第 1 凹部内に位置し、前記第 1 凹部よりも小径かつ少なくとも前記主面側において開口する第 2 凹部を有する樹脂層と、

前記第 2 凹部に嵌合されることで支持され、前記セラミック基板の前記主面側にてその一部が突出し、前記光導波路または前記光ファイバコネクタの有する位置合わせ穴に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材とを備えることを特徴とする光学素子搭載基板。

【請求項 2】

前記第 2 凹部は精密加工穴であり、前記位置合わせ用ガイド部材は前記精密加工穴に嵌着されたガイドピンであることを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子搭載基板。

【請求項 3】

前記樹脂層は、前記樹脂層を構成する樹脂よりも熱伝導性の高い無機フィラーを含むことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光学素子搭載基板。

【請求項 4】

主面を有するとともに、少なくとも前記主面側において開口する第 1 凹部を有するセラミック基板と、前記セラミック基板の主面上に搭載され、発光部及び受光部のうちの少なくとも一方を有し、光導波路または光ファイバコネクタと光軸を合わせた状態で光学的に接続されるべき光学素子と、前記第 1 凹部内に位置し

、前記第 1 凹部よりも小径かつ少なくとも前記主面側において開口する第 2 凹部を有する樹脂層と、前記第 2 凹部に嵌合されることで支持され、前記セラミック基板の前記主面側にてその一部が突出し、前記光導波路または前記光ファイバコネクタの有する位置合わせ穴に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材とを備える光学素子搭載基板の製造方法において、

穴加工を行うことによりセラミック未焼結体に前記第 1 凹部を形成する第 1 穴明け工程と、

前記セラミック未焼結体を焼結させて前記セラミック基板とする焼成工程と、

前記第 1 凹部内に前記樹脂層を設ける樹脂層配設工程と、

前記樹脂層配設工程後に穴加工を行うことにより前記樹脂層に前記第 2 凹部を形成する第 2 穴明け工程と、

前記第 2 凹部に前記位置合わせ用ガイド部材を支持させるガイド部材取付工程と

を含むことを特徴とする光学素子搭載基板の製造方法。

【請求項 5】

前記第 1 穴明け工程では、前記焼成工程を経た時点における前記第 1 凹部の内径が、前記第 2 凹部の内径及び前記位置合わせ用ガイド部材の直径よりも大きくなるように設定して、前記第 1 凹部の穴加工を行うことを特徴とする請求項 4 に記載の光学素子搭載基板の製造方法。

【請求項 6】

前記第 2 穴明け工程では、精密穴加工を行って前記第 2 凹部を形成することを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の光学素子搭載基板の製造方法。

【請求項 7】

前記樹脂層配設工程では、前記第 1 凹部内に未硬化状態の樹脂材料を充填した後、その樹脂材料を硬化させることを特徴とする請求項 4 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の光学素子搭載基板の製造方法。

【請求項 8】

前記樹脂層配設工程では、前記樹脂材料として、前記樹脂層を構成する樹脂よりも熱伝導性の高い無機フィラーを含む未硬化状態の樹脂材料を用いることを特

徴とする請求項 7 に記載の光学素子搭載基板の製造方法。

【請求項 9】

光導波路と、

主面を有するとともに、少なくとも前記主面側において開口する第 1 凹部を有するセラミック基板と、

前記セラミック基板の主面上に搭載され、発光部及び受光部のうちの少なくとも一方を有し、前記光導波路と光軸を合わせた状態で光学的に接続される光学素子と、

前記第 1 凹部内に位置し、前記第 1 凹部よりも小径かつ少なくとも前記主面側において開口する第 2 凹部を有する樹脂層と、

前記第 2 凹部に嵌合されることで支持され、前記セラミック基板の前記主面側にてその一部が突出し、前記光導波路の有する位置合わせ穴に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材と

を備えることを特徴とする光導波路付き光学素子搭載基板。

【請求項 1 0】

光ファイバコネクタと、

主面を有するとともに、少なくとも前記主面側において開口する第 1 凹部を有するセラミック基板と、

前記セラミック基板の主面上に搭載され、発光部及び受光部のうちの少なくとも一方を有し、前記光ファイバコネクタと光軸を合わせた状態で光学的に接続される光学素子と、

前記第 1 凹部内に位置し、前記第 1 凹部よりも小径かつ少なくとも前記主面側において開口する第 2 凹部を有する樹脂層と、

前記第 2 凹部に嵌合されることで支持され、前記セラミック基板の前記主面側にてその一部が突出し、前記光ファイバコネクタの有する位置合わせ穴に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材と

を備えることを特徴とする光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板。

【請求項 1 1】

光導波路と、

主面を有するとともに、少なくとも前記主面側において開口する第1凹部を有するセラミック基板と、前記セラミック基板の主面上に搭載され、発光部及び受光部のうちの少なくとも一方を有し、前記光導波路と光軸を合わせた状態で光学的に接続される光学素子と、前記第1凹部内に位置し、前記第1凹部よりも小径かつ少なくとも前記主面側において開口する第2凹部を有する樹脂層と、前記第2凹部に嵌合されることで支持され、前記セラミック基板の前記主面側にてその一部が突出し、前記光導波路の有する位置合わせ穴に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材と

を備える光導波路付き光学素子搭載基板の製造方法において、

前記光導波路に前記位置合わせ穴を形成する位置合わせ穴形成工程と、

穴加工を行うことによりセラミック未焼結体に前記第1凹部を形成する第1穴明け工程と、

前記セラミック未焼結体を焼結させて前記セラミック基板とする焼成工程と、

前記第1凹部内に前記樹脂層を設ける樹脂層配設工程と、

前記樹脂層配設工程後に穴加工を行うことにより前記樹脂層に前記第2凹部を形成する第2穴明け工程と、

前記第2凹部に前記位置合わせ用ガイド部材を支持させるガイド部材取付工程と、

前記位置合わせ用ガイド部材を前記位置合わせ穴に対して嵌合させることにより、前記光導波路及び前記光学素子の光軸を位置合わせする位置合わせ工程とを含むことを特徴とする光導波路付き光学素子搭載基板の製造方法。

【請求項12】

光ファイバコネクタと、

主面を有するとともに、少なくとも前記主面側において開口する第1凹部を有するセラミック基板と、前記セラミック基板の主面上に搭載され、発光部及び受光部のうちの少なくとも一方を有し、前記光ファイバコネクタと光軸を合わせた状態で光学的に接続される光学素子と、前記第1凹部内に位置し、前記第1凹部よりも小径かつ少なくとも前記主面側において開口する第2凹部を有する樹脂層と、前記第2凹部に嵌合されることで支持され、前記セラミック基板の前記主面

側にてその一部が突出し、前記光ファイバコネクタの有する位置合わせ穴に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材と

を備える光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板の製造方法において、

前記光ファイバコネクタに前記位置合わせ穴を形成する位置合わせ穴形成工程と、

穴加工を行うことによりセラミック未焼結体に前記第1凹部を形成する第1穴明け工程と、

前記セラミック未焼結体を焼結させて前記セラミック基板とする焼成工程と、

前記第1凹部内に前記樹脂層を設ける樹脂層配設工程と、

前記樹脂層配設工程後に穴加工を行うことにより前記樹脂層に前記第2凹部を形成する第2穴明け工程と、

前記第2凹部に前記位置合わせ用ガイド部材を支持させるガイド部材取付工程と、

前記位置合わせ用ガイド部材を前記位置合わせ穴に対して嵌合させることにより、前記光ファイバコネクタ及び前記光学素子の光軸を位置合わせする位置合わせ工程と

を含むことを特徴とする光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板の製造方法。

【請求項13】

光伝送機能、集光機能及び光反射機能のうちの少なくとも1つを有し、光部品側位置合わせ凹部を有する光部品と、

基板側位置合わせ凹部を有する基板と、

前記基板上に搭載され、発光部及び受光部のうちの少なくとも一方を有し、前記光部品と光軸を合わせた状態で光学的に接続されるべき光学素子と、

前記光部品側位置合わせ凹部及び前記基板側位置合わせ凹部に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材と

を備えることを特徴とする光部品付き光学素子搭載基板。

【請求項14】

基板側位置合わせ凹部を有する基板と、

前記基板上に搭載され、発光部及び受光部のうちの少なくとも一方を有し、光

伝送機能、集光機能及び光反射機能のうちの少なくとも1つを有する光部品と光軸を合わせた状態で光学的に接続されるべき光学素子と、

前記基板側位置合わせ凹部に嵌合されることで支持され、前記光部品の有する光部品側位置合わせ凹部に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材とを備えることを特徴とする光学素子搭載基板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学素子搭載基板及びその製造方法、光導波路付き光学素子搭載基板及びその製造方法、光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板及びその製造方法、光部品付き光学素子搭載基板に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、インターネットに代表される情報通信技術の発達や、情報処理装置の処理速度の飛躍的向上などに伴って、画像等の大容量データを送受信するニーズが高まりつつある。かかる大容量データを情報通信設備を通じて自由にやり取りするためには10Gbps以上の情報伝達速度が望ましく、そのような高速通信環境を実現しうる技術として光通信技術に大きな期待が寄せられている。一方、機器内の配線基板間での接続、配線基板内の半導体チップ間での接続、半導体チップ内での接続など、比較的短い距離における信号伝達経路に関しても、高速で信号を伝送することが近年望まれている。このため、従来一般的であった金属ケーブルや金属配線から、光ファイバや光導波路を用いた光伝送へと移行することが理想的である考えられている。

【0003】

ここで、光学素子が搭載されるとともに、その光学素子と光ファイバや光導波路との間で光通信を行う配線基板が従来提案されている（例えば、特許文献1，2参照）。特許文献1，2には、光学素子を実装した外部基板を配線基板上にはんだバンプにて接続してリフローする際のセルフアライメント作用により、外部基板と配線基板とを所定の位置に配置できる、という技術が開示されている。ま

た、光ファイバ同士を接続するための手段として、光ファイバコネクタと呼ばれる器具が従来提案されている（例えば、非特許文献 1 参照）。

【0 0 0 4】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 2 - 2 3 6 2 2 8 号公報

【0 0 0 5】

【特許文献 2】

特開平 8 - 2 5 0 5 4 2 号公報

【0 0 0 6】

【非特許文献 1】

フジクラ技報 第 9 7 号 1 9 9 9 年 1 0 月

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上記特許文献 1, 2 の技術では、光学素子を実装した外部基板と配線基板との位置合わせ（光軸合わせ）をはんだリフローにより行っているにすぎない。そのため、位置合わせ精度が十分ではなく、光学素子と光導波路との間で光軸ズレが生じやすく、ひいては光の伝送ロスが生じやすい。従って、この手法では今後予想される高速度化・高密度化等に十分に対応できないものと考えられる。また、配線基板が樹脂基板であるような場合には、光学素子及びその動作回路の放熱性が悪くなる結果、発光波長にズレが発生するおそれがある。ゆえに、この場合には安定した動作特性が得られなくなる。

【0 0 0 8】

なお、前記配線基板を仮にセラミック配線基板とした場合には、放熱性の問題はある程度解消される反面、加工性が悪いことから高コスト化を招くおそれがある。

【0 0 0 9】

また、非技術文献 1 に記載された光ファイバコネクタを配線基板と光ファイバとの接続に応用することが考えられるが、光ファイバコネクタ自体は樹脂成形品であるため放熱性に劣る。ゆえに、この場合には光学素子及びその動作回路の放

熱性が悪くなる結果、やはり発光波長にズレが発生するおそれがある。

【0010】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、光軸ズレがなく確実な位置合わせをすることができ、光の伝送ロスが小さい光学素子搭載基板及びその製造方法、光導波路付き光学素子搭載基板及びその製造方法、光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板及びその製造方法、光部品付き光学素子搭載基板を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段、作用及び効果】

そして上記課題を解決するための手段としては、主面を有するとともに、少なくとも前記主面側において開口する第1凹部を有するセラミック基板と、前記セラミック基板の主面上に搭載され、発光部及び受光部のうちの少なくとも一方を有し、光導波路または光ファイバコネクタと光軸を合わせた状態で光学的に接続されるべき光学素子と、前記第1凹部内に位置し、前記第1凹部よりも小径かつ少なくとも前記主面側において開口する第2凹部を有する樹脂層と、前記第2凹部に嵌合されることで支持され、前記セラミック基板の前記主面側にてその一部が突出し、前記光導波路または前記光ファイバコネクタの有する位置合わせ穴に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材とを備えることを特徴とする光学素子搭載基板、がある。なお、この課題解決手段において「光導波路」「光ファイバコネクタ」という部材は、光学素子搭載基板とは別体で構成された部材であって、光学素子搭載基板と位置合わせされる対象物であり、いずれも必須構成要素ではない。

【0012】

また、別の課題手段としては、光導波路と、主面を有するとともに、少なくとも前記主面側において開口する第1凹部を有するセラミック基板と、前記セラミック基板の主面上に搭載され、発光部及び受光部のうちの少なくとも一方を有し、前記光導波路と光軸を合わせた状態で光学的に接続される光学素子と、前記第1凹部内に位置し、前記第1凹部よりも小径かつ少なくとも前記主面側において開口する第2凹部を有する樹脂層と、前記第2凹部に嵌合されることで支持され

、前記セラミック基板の前記主面側にてその一部が突出し、前記光導波路の有する位置合わせ穴に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材とを備えることを特徴とする光導波路付き光学素子搭載基板、がある。

【0013】

さらに別の解決手段としては、光ファイバコネクタと、主面を有するとともに、少なくとも前記主面側において開口する第1凹部を有するセラミック基板と、前記セラミック基板の主面上に搭載され、発光部及び受光部のうちの少なくとも一方を有し、前記光ファイバコネクタと光軸を合わせた状態で光学的に接続される光学素子と、前記第1凹部に位置し、前記第1凹部よりも小径かつ少なくとも前記主面側において開口する第2凹部を有する樹脂層と、前記第2凹部に嵌合されることで支持され、前記セラミック基板の前記主面側にてその一部が突出し、前記光ファイバコネクタの有する位置合わせ穴に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材とを備えることを特徴とする光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板、がある。

【0014】

従って、これらの発明によると、セラミック基板側に突設された位置合わせ用ガイド部材が光導波路または光ファイバコネクタの有する位置合わせ穴に対して嵌合することで、より積極的にかつ高い精度で光学素子の光軸が合った状態となる。ゆえに、光の伝送ロスが小さく、高速度化・高密度化等に十分に対応しうる光学素子搭載基板を実現することができる。また、樹脂基板に比較して熱伝導性の高いセラミック基板を用いているため、光学素子及びその動作回路の熱が効率よく放散される。よって、放熱性の悪化に起因する発光波長のズレも回避され、動作安定性・信頼性に優れた光学素子搭載基板を実現することができる。

【0015】

光学素子搭載基板を構成するセラミック基板としては、配線基板に適した物理的、機械的特性を有する（例えば絶縁性や高熱伝導性などを有する）材料からなる基板が好適である。その好適なものの例を挙げると、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化ほう素、ベリリア、ムライト、低温焼成ガラスセラミック、ガラスセラミック等からなる基板がある。これらの中でもアルミナや窒化アル

ミニウムからなる基板を選択することが特に好ましい。

【0 0 1 6】

かかるセラミック基板は、絶縁層と導体層（金属配線層）とを備えたセラミック配線基板であることがよい。前記導体層は基板表面に形成されていてもよく、基板内部に形成されていてもよい。これらの導体層の層間接続を図るために、基板内部にビアホール導体が形成されていてもよい。なお、かかる導体層やビアホール導体は、例えば、金（A u）、銀（A g）、銅（C u）、白金（P t）、タングステン（W）、モリブデン（M o）などからなる導電性金属ペーストを印刷または充填することにより形成される。そして、このような導体層には電気信号が流れるようになっている。なお、このようなセラミック配線基板に加えて、例えば、樹脂絶縁層と導体層とを交互に積層してなるビルドアップ層を、セラミック基板上に備えるビルドアップ配線基板を用いることも許容される。

【0 0 1 7】

前記セラミック基板は主面を有するとともに、少なくとも前記主面側において開口する第1凹部を有している。従って、かかる第1凹部は主面側においてのみ開口する（即ち開口部を1つ有する）非貫通穴であってもよいほか、主面とは反対側の面側においても開口する（即ち開口部を2つ有する）貫通穴であっても構わない。第1凹部の大きさ、形状等については特に限定されず、後述する樹脂層が形成可能かつ位置合わせ用ガイド部材が支持可能な程度であればよい。

【0 0 1 8】

前記光学素子はセラミック基板の主面上に1つまたは2つ以上搭載される。その搭載方法としては、例えば、ワイヤボンディングやフリップチップボンディング等の手法、異方導電性材料を用いた手法などを採用することができる。発光部を有する光学素子（即ち発光素子）としては、例えば、発光ダイオード（Light Emitting Diode；L E D）、半導体レーザダイオード（Laser Diode；L D）、面発光レーザ（Vertical Cavity Surface Emitting Laser；V C S E L）等を挙げることができる。これらの発光素子は、入力した電気信号を光信号に変換した後、その光信号を光導波路または光ファイバコネクタの所定部位に向けて発光部から出射する機能を備えている。一方、受光部を有する光学素子（即ち受光素子

）としては、例えば、 pin フォトダイオード (pin Photo Diode ; pin PD)、アバランシェフォトダイオード (APD) 等を挙げることができる。これらの受光素子は、光導波路または光ファイバコネクタの所定部位から出射された光信号を受光部にて入射し、その入射した光信号を電気信号に変換して出力する機能を有している。従って、発光素子の発光部や受光素子の受光部は、光導波路または光ファイバコネクタと互いの光軸を合わせた状態で光接続される。なお、前記光学素子は発光部及び受光部の両方を有するものであってもよい。前記光学素子に使用する好適な材料としては、例えば、 Si 、 Ge 、 InGaAs 、 GaAsP 、 GaAlAs などを挙げることができる。このような光学素子（特に発光素子）は、動作回路によって動作される。光学素子及び動作回路は、例えば、セラミック基板に形成された導体層（金属配線層）を介して電氣的に接続されている。

【0019】

前記光導波路とは、光信号が伝搬する光路となるコア及びそのコアを取り囲むクラッドを有した板状またはフィルム状の部材を指し、例えば、ポリマ材料等からなる有機系の光導波路、石英ガラスや化合物半導体等からなる無機系の光導波路等がある。前記ポリマ材料としては、感光性樹脂、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂などを選択することができ、具体的には、フッ素化ポリイミド等のポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、UV硬化性エポキシ樹脂、PMMA（ポリメチルメタクリレート）、重水素化PMMA、重水素フッ素化PMMA等のアクリル樹脂、ポリオレフィン系樹脂などが好適である。

【0020】

前記光ファイバコネクタとは、本来的には光ファイバ部同士を接続するための手段であるが、ここでは光ファイバ側と基板側とを接続するための手段として用いられる。なお、かかる光ファイバコネクタは、単心光ファイバコネクタであっても、多心光ファイバコネクタであってもよい。また、光ファイバコネクタは、基板側との接続を図るという本来的な機能に加えて、例えば光を反射して光路を変換する等といった付加的な機能を有していてもよい。

【0021】

前記樹脂層は前記第 1 凹部内に位置しており、具体的には第 1 凹部内の内側面上に位置している。前記樹脂層は、前記第 1 凹部よりも小径かつ少なくとも前記主面側において開口する第 2 凹部を有している。従って、第 2 凹部は主面側においてのみ開口する（即ち開口部を 1 つ有する）非貫通穴であってもよいほか、主面とは反対側の面側においても開口する（即ち開口部を 2 つ有する）貫通穴であっても構わない。第 2 凹部の大きさ、形状等については特に限定されず、後述する位置合わせ用ガイド部材を支持可能な程度であればよい。また、第 1 凹部の中心線と第 2 凹部の中心線とは、必ずしも合っていなくてよい。

【0022】

ここで前記第 2 凹部は精密加工穴であることが好ましい。精密加工穴であると、光軸合わせの際の基準となる位置合わせ用ガイド部材を、正しい位置にて支持することができるからである。

【0023】

樹脂層を形成する樹脂としては特に限定されず、例えば、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、感光性樹脂などを用いることができる。熱硬化性樹脂の具体例としては、例えば、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、フッ素樹脂、ビスマレイミド樹脂、フェノール樹脂、ポリフェニレン樹脂、ポリオレフィン樹脂、フッ素樹脂等がある。この場合、硬化収縮量が少ない熱硬化性樹脂を選択することが好ましい。熱可塑性樹脂の具体例としては、例えば、ポリスルホン（P S F）、ポリフェニルエーテル（P P E）、ポリフェニレンスルホン（P P S）、ポリエーテルスルホン（P E S）、ポリフェニレンサルファイド（P P E S）等がある。

【0024】

前記樹脂層は、樹脂以外にフィラーを含んでいてもよい。かかるフィラーとしては、樹脂などからなる有機フィラーや、セラミック、金属、ガラスなどからなる無機フィラーを挙げることができる。この場合、加工容易性の観点からすれば、有機フィラーを選択することが比較的有利である。セラミック基板との熱膨張係数の整合等の観点からすれば、無機フィラーを選択することが比較的有利である。つまり、無機フィラーを含んだ樹脂層の場合、セラミック基板と熱膨張係数が整合する結果、セラミック基板との界面（即ち第 1 凹部の内壁面との界面）に

クラック等が起こりにくくなり、その部分の信頼性が向上する。ゆえに、位置合わせ用ガイド部材の支持強度が向上する。また、樹脂層に位置合わせ用ガイド部材を支持させた場合でも、その位置合わせ用ガイド部材の位置精度が低下しにくくなる。

【0025】

さらに前記樹脂層は、前記樹脂層を構成する樹脂よりも熱伝導性の高い無機フィラーを含んでいることがよい。この場合には樹脂層の熱伝導性が向上することにより、ひいては光学素子搭載基板全体の放熱性が向上するからである。また、前記第2凹部を加工形成する際に樹脂層にて熱が発生したとしても、その熱を樹脂層を介してセラミック基板側に逃がすことができるからである。

【0026】

前記無機フィラーとして好適なセラミック材料としては、例えば、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化ほう素、シリカ、窒化珪素、炭化珪素、マグネシア、ベリリア、チタニアなどを挙げることができる。また、前記無機フィラーとして好適な金属材料としては、例えば、金（Au）、銀（Ag）、銅（Cu）、白金（Pt）、タングステン（W）、モリブデン（Mo）などを挙げることができる。

【0027】

前記位置合わせ用ガイド部材は、前記第2凹部に嵌合されることで樹脂層（セラミック基板）に支持される。このような支持状態において、位置合わせ用ガイド部材の一部はセラミック基板の主面側にて突出する。ここで位置合わせ用ガイド部材の形状については特に限定されないが、例えばピン状のもの（ガイドピン）が好ましく、その材料としてはある程度硬質な金属がよい。また、位置合わせ用ガイド部材の直径（特にセラミック基板の主面側にて突出する部分の直径）については、前記光導波路または前記光ファイバコネクタの有する位置合わせ穴と嵌合できるように、当該位置合わせ穴とほぼ同径である必要がある。

【0028】

また、前記位置合わせ用ガイド部材の数については特に限定されないが、位置合わせ精度の向上及び固定強度の向上という観点からすると、単数よりは複数であることがよい。位置合わせ用ガイド部材を複数とした場合には、さらにそれら

を光学素子に近接させて配置することがよく、特に発光部または受光部を挟むようにしてその両側に配置することがよい。

【0029】

また、上記課題を解決するための別の手段としては、主面を有するとともに、少なくとも前記主面側において開口する第1凹部を有するセラミック基板と、前記セラミック基板の主面上に搭載され、発光部及び受光部のうちの少なくとも一方を有し、光導波路または光ファイバコネクタと光軸を合わせた状態で光学的に接続されるべき光学素子と、前記第1凹部内に位置し、前記第1凹部よりも小径かつ少なくとも前記主面側において開口する第2凹部を有する樹脂層と、前記第2凹部に嵌合されることで支持され、前記セラミック基板の前記主面側にてその一部が突出し、前記光導波路または前記光ファイバコネクタの有する位置合わせ穴に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材とを備える光学素子搭載基板の製造方法において、穴加工を行うことによりセラミック未焼結体に前記第1凹部を形成する第1穴明け工程と、前記セラミック未焼結体を焼結させて前記セラミック基板とする焼成工程と、前記第1凹部内に前記樹脂層を設ける樹脂層配設工程と、前記樹脂層配設工程後に穴加工を行うことにより前記樹脂層に前記第2凹部を形成する第2穴明け工程と、前記第2凹部に前記位置合わせ用ガイド部材を支持させるガイド部材取付工程とを含むことを特徴とする光学素子搭載基板の製造方法、がある。なお、この課題解決手段において「光導波路」「光ファイバコネクタ」という部材は、光学素子搭載基板とは別体で構成された部材であって、光学素子搭載基板と位置合わせされる対象物であるため、いずれも必須構成要素ではない。

【0030】

従って、本発明によれば、上記構成を有する光学素子搭載基板を確実にかつ低コストで製造することができる。

【0031】

また、上記課題を解決するための別の手段としては、光導波路と、主面を有するとともに、少なくとも前記主面側において開口する第1凹部を有するセラミック基板と、前記セラミック基板の主面上に搭載され、発光部及び受光部のうちの

少なくとも一方を有し、前記光導波路と光軸を合わせた状態で光学的に接続される光学素子と、前記第1凹部内に位置し、前記第1凹部よりも小径かつ少なくとも前記主面側において開口する第2凹部を有する樹脂層と、前記第2凹部に嵌合されることで支持され、前記セラミック基板の前記主面側にてその一部が突出し、前記光導波路の有する位置合わせ穴に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材とを備える光導波路付き光学素子搭載基板の製造方法において、前記光導波路に前記位置合わせ穴を形成する位置合わせ穴形成工程と、穴加工を行うことによりセラミック未焼結体に前記第1凹部を形成する第1穴明け工程と、前記セラミック未焼結体を焼結させて前記セラミック基板とする焼成工程と、前記第1凹部に前記樹脂層を設ける樹脂層配設工程と、前記樹脂層配設工程後に穴加工を行うことにより前記樹脂層に前記第2凹部を形成する第2穴明け工程と、前記第2凹部に前記位置合わせ用ガイド部材を支持させるガイド部材取付工程と、前記位置合わせ用ガイド部材を前記位置合わせ穴に対して嵌合させることにより、前記光導波路及び前記光学素子の光軸を位置合わせする位置合わせ工程とを含むことを特徴とする光導波路付き光学素子搭載基板の製造方法、がある。

【0032】

また、上記課題を解決するための別の手段としては、光ファイバコネクタと、主面を有するとともに、少なくとも前記主面側において開口する第1凹部を有するセラミック基板と、前記セラミック基板の主面上に搭載され、発光部及び受光部のうちの少なくとも一方を有し、前記光ファイバコネクタと光軸を合わせた状態で光学的に接続される光学素子と、前記第1凹部内に位置し、前記第1凹部よりも小径かつ少なくとも前記主面側において開口する第2凹部を有する樹脂層と、前記第2凹部に嵌合されることで支持され、前記セラミック基板の前記主面側にてその一部が突出し、前記光ファイバコネクタの有する位置合わせ穴に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材とを備える光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板の製造方法において、前記光ファイバコネクタに前記位置合わせ穴を形成する位置合わせ穴形成工程と、穴加工を行うことによりセラミック未焼結体に前記第1凹部を形成する第1穴明け工程と、前記セラミック未焼結体を焼結させて前記セラミック基板とする焼成工程と、前記第1凹部に前記樹脂層を設ける

樹脂層配設工程と、前記樹脂層配設工程後に穴加工を行うことにより前記樹脂層に前記第2凹部を形成する第2穴明け工程と、前記第2凹部に前記位置合わせ用ガイド部材を支持させるガイド部材取付工程と、前記位置合わせ用ガイド部材を前記位置合わせ穴に対して嵌合させることにより、前記光ファイバコネクタ及び前記光学素子の光軸を位置合わせする位置合わせ工程とを含むことを特徴とする光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板の製造方法、がある。

【0033】

以下、上記構成の光学素子搭載基板の製造方法を工程に沿って説明する。

【0034】

位置合わせ穴形成工程では、前記光導波路または前記光ファイバコネクタに前記位置合わせ穴を形成する。ここで、位置合わせ穴形成工程における穴加工の方法としては周知の技術を採用することができ、具体例としては、ドリル加工、パンチ加工、エッチング加工、レーザ加工などがある。ただし、低コストという観点からすると、ドリル加工やパンチ加工といった機械的加工が好ましい。また、ここで行われる穴加工は、例えば精密ドリルなどを用いた精密穴加工であることがより好ましい。このような加工法によって位置合わせ穴を形成しておけば、高い精度で光軸合わせを行うことができるからである。なお、位置合わせ穴は、前記光導波路または前記光ファイバコネクタの表裏両面に開口する貫通穴であってもよいほか、裏面側のみにて開口する非貫通穴であってもよい。また、位置合わせ穴形成工程後に、必要に応じて仕上げ加工を行うことにより位置合わせ穴の穴径を微調整してもよい。

【0035】

第1穴明け工程では、穴加工を行うことによりセラミック未焼結体に前記第1凹部を形成する。未焼結のセラミック材料に対して穴加工を行う理由は、以下のとおりである。即ち、セラミック材料は完全に焼結すると極めて硬くなる性質があるため、加工が難しくなり、加工コストも高くなる。これに対して、それほど硬くない未焼結状態のセラミック材料に対する穴加工は、比較的簡単にかつ低コストで行うことが可能だからである。ここで、第1穴明け工程における穴加工の方法としては周知の技術を採用することができ、具体例としては、ドリル加工、

パンチ加工、レーザ加工などがある。ただし、低コストという観点からすると、ドリル加工やパンチ加工といった機械的加工が好ましく、特にはパンチ加工が好ましい。

【0036】

前記第1穴明け工程では、前記焼成工程を経た時点における前記第1凹部の内径が、前記第2凹部の内径及び前記位置合わせ用ガイド部材の直径よりも大きくなるように設定して、前記第1凹部の穴加工を行うことが好ましい。その理由は、セラミックは焼成工程を経ることで収縮し、それに伴って第1凹部も小径化しかつ位置ズレするため、それを計算に入れて第1凹部を大きめに形成しておく必要があるからである。

【0037】

続く焼成工程では、前記セラミック未焼結体を高温で加熱することにより焼結させて、セラミック基板とする。この時点でセラミックは硬質化する。焼成温度や焼成時間等については、選択したセラミックの種類に応じて適宜設定される。

【0038】

続く樹脂層配設工程では、前記第1凹部内に前記樹脂層を設ける。第1凹部内に樹脂層を設ける手法としては特に限定されないが、例えば、前記第1凹部内に未硬化状態の樹脂材料を充填した後、その樹脂材料を硬化させること等が好ましい。この方法によれば、第1凹部と樹脂層との間に隙間がなくなり、第1凹部の内壁面に対する樹脂層の密着性がよくなる。よって、第1凹部内に樹脂層を確実に保持することができ、ひいてはセラミック基板に位置合わせ用ガイド部材を確実に保持することができる。

【0039】

例えば、熱硬化性樹脂を選択した場合には充填後に加熱して前記樹脂材料を硬化させるようにし、感光性樹脂を選択した場合には充填後に紫外線を照射して前記樹脂材料を硬化させるようにする。樹脂材料の充填は例えば印刷等の手法により行うことができる。また、前記樹脂材料として、各種のフィラーを含む未硬化状態の樹脂材料を用いてもよく、前記樹脂層を構成する樹脂よりも熱伝導性の高い無機フィラーを含む未硬化状態の樹脂材料を用いてもよい。その理由は上述し

たとおりである。さらに、未硬化状態の樹脂材料の充填を伴わない方法、例えば、完全硬化状態のまたはある程度硬化した状態の樹脂成形体を第1凹部内に嵌め込む、といった方法などを採用してもよい。

【0040】

ここで、必要に応じて、セラミック基板の少なくとも主面側を研磨して第1凹部の開口部から突出している余剰の樹脂層や、セラミック基板の表面に付着している樹脂層を除去する研磨工程を行ってもよい。この工程を行うと、セラミック基板の主面における凹凸が解消されて平坦化する。それゆえ、後の工程において光学素子をセラミック基板の主面に対して平行に搭載することができる。このことは光軸合わせの精度を高めるうえで好ましい。即ち、光学素子がセラミック基板の主面に対して平行ではなく傾いていると、光軸が合いにくくなるからである。

【0041】

続く第2穴明け工程では、前記樹脂層配設工程後に穴加工を行うことにより前記樹脂層に前記第2凹部を形成する。第2穴明け工程における穴加工の方法としては周知の技術を採用することができるが、この場合には精密穴加工を行うことが望ましい。このような加工法によって第2凹部を形成しておけば、光軸合わせの際の基準となる位置合わせ用ガイド部材を、所望とする正しい位置にて支持することができるからである。精密穴加工の具体的手法としては、ドリル加工、パンチ加工、レーザ加工などがあるが、コスト性などを考慮すると精密ドリルを使用したドリル加工が最も好ましい。なお、第2穴明け工程後に上記の研磨工程を行うようにしてもよく、この場合には第2穴明け工程によって発生したバリ等を確実に除去することができる。

【0042】

また、第2穴明け工程後に、必要に応じて仕上げ加工を行うことにより穴径を微調整してもよい。なお、樹脂層を半硬化させた状態で第2穴明け工程を行った後、樹脂層を完全に硬化させてから前記仕上げ加工を行うようにしてもよい。

【0043】

なお、樹脂層配設工程を行った後に第2穴明け工程を行う上記手法に代えて、

例えば、以下のように樹脂層配設工程及び第 2 穴明け工程を同時に行う手法を採用してもよい。具体的には、まず、第 1 凹部内にスペーサ部材を配置する。スペーサ部材の好適例としては、例えば、ピンを有する金型などがある。前記ピンは第 2 凹部の形状に対応した形状を有している。この場合、金型と基板とは互いに高精度に位置合わせされるべきである。この状態で、未硬化の樹脂材料を充填し、かつ硬化させた後、スペーサ部材を除去する。そしてこの手法によれば、第 2 凹部を有する樹脂層を、極めて低コストで形成することができる。

【0044】

そして、ガイド部材取付工程にて前記第 2 凹部に前記位置合わせ用ガイド部材を支持させた後、位置合わせ用ガイド部材を前記位置合わせ穴に対して嵌合させる。即ち、かかる位置合わせ工程により前記光導波路及び前記光学素子の光軸を位置合わせすれば、所望の光導波路付き光学素子搭載基板を得ることができる。また、かかる位置合わせ工程により、前記光ファイバコネクタ及び前記光学素子の光軸を位置合わせすれば、所望の光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板を得ることができる。

【0045】

なお、樹脂層配設工程、第 2 穴明け工程及びガイド部材取付工程を順番に行う上記手法に代えて、例えば、以下のように樹脂層配設工程及びガイド部材取付工程を同時に行う手法を採用してもよい。具体的には、まず、第 1 凹部内に位置合わせ用ガイド部材の一部を挿入した状態で保持する。この場合には、位置合わせ用ガイド部材を高精度に位置合わせしておくことが望ましい。また、複数の位置合わせ用ガイド部材をガイド部材保持治具などを用いて一時的に保持固定することがより好適である。次に、この状態で第 1 凹部内に未硬化の樹脂材料を充填し、かつ硬化させる。その結果、第 2 凹部を有する樹脂層が設けられると同時に、第 2 凹部に位置合わせ用ガイド部材を支持させることができる。上記ガイド部材保持治具は樹脂の硬化後に除去される。そしてこの手法も低コスト化に極めて有利である。

【0046】

また、上記課題を解決するための別の手段としては、光伝送機能、集光機能及

び光反射機能のうちの少なくとも1つを有し、光部品側位置合わせ凹部を有する光部品と、基板側位置合わせ凹部を有する基板と、前記基板上に搭載され、発光部及び受光部のうちの少なくとも一方を有し、前記光部品と光軸を合わせた状態で光学的に接続されるべき光学素子と、前記光部品側位置合わせ凹部及び前記基板側位置合わせ凹部に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材とを備えることを特徴とする光部品付き光学素子搭載基板がある。

【0047】

上記課題を解決するためのさらに別の手段としては、基板側位置合わせ凹部を有する基板と、前記基板上に搭載され、発光部及び受光部のうちの少なくとも一方を有し、光伝送機能、集光機能及び光反射機能のうちの少なくとも1つを有する光部品と光軸を合わせた状態で光学的に接続されるべき光学素子と、前記基板側位置合わせ凹部に嵌合されることで支持され、前記光部品の有する光部品側位置合わせ凹部に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材とを備えることを特徴とする光学素子搭載基板がある。

【0048】

従って、これらの発明によると、位置合わせ用ガイド部材が、光部品側位置合わせ凹部及び基板側位置合わせ凹部の双方に対して嵌合することで、より積極的にかつ高い精度で光部品と光学素子との光軸が合った状態となる。ゆえに、光の伝送ロスが小さく、高速度化・高密度化等に十分に対応しうる光学素子搭載基板を実現することができる。

【0049】

ここで、光部品とは、光伝送機能、集光機能及び光反射機能のうちの少なくとも1つを有する部品を指す。具体例を挙げると、光伝送機能を有する光部品としては、例えば光導波路や光ファイバなどがある。なお、光導波路を支持する基材も、光伝送機能を有する光部品に該当する。光ファイバと光ファイバを支持する光ファイバコネクタとからなる光部品も、光伝送機能を有する光部品に該当する。集光機能を有する光部品としては、例えばマイクロレンズアレイ等に代表されるレンズ部品などがある。光反射機能を有する光部品としては、例えば光路変換部品などがある。なお、光路変換部が形成された光ファイバコネクタは、光反射

機能を有する光部品であるということが出来る。光路変換部が形成された光導波路は、光伝送機能及び光反射機能を有する光部品であるということが出来る。

【0050】

前記光部品側位置合わせ凹部及び前記基板側位置合わせ凹部は、1つの面においてのみ開口する（即ち開口部を1つ有する）非貫通穴であってもよいほか、2つの面において開口する（即ち開口部を2つ有する）貫通穴であっても構わない。ただし、3つ以上の部品を積層配置して固定するような場合、内層に位置する部品については、その位置合わせ凹部を貫通穴としておくことが望ましい。

【0051】

光部品がレンズ部品である場合、そのレンズ部品には光部品側位置合わせ凹部が直接的に形成されていてもよいが、別体の部材を介して間接的に形成されていることがより好ましい。具体的には、別体にて構成されたレンズ支持体にレンズ部品を支持させ、そのレンズ支持体に光部品側位置合わせ凹部を形成することがよい。このような構成であると、低コスト化を達成することが出来る。また、レンズ支持体は例えば樹脂や金属等により形成可能であるが、精密加工が容易であるという観点から、特に樹脂を選択することが好ましい。

【0052】

前記基板としては金属、樹脂またはセラミックからなる基板が使用可能であるが、特にセラミックからなる基板が好ましい。かかるセラミック基板の好適例としては、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化ほう素、ベリリア、ムライト、低温焼成ガラスセラミック、ガラスセラミック等からなる基板を挙げることが出来る。これらの中でもアルミナや窒化アルミニウムからなる基板を選択することが特に好ましい。

【0053】

【発明の実施の形態】

〔第1の実施の形態〕

【0054】

以下、本発明を具体化した第1の実施形態の光導波路付き光学素子搭載基板10（光部品付き光学素子搭載基板）を、図1～図13に基づき詳細に説明する。

【0055】

図1、図2に示されるように、本実施形態の光学素子搭載基板10を構成するセラミック基板11は、上面12（主面）及び下面13を有する略矩形状の板部材である。かかるセラミック基板11はいわゆる多層配線基板であって、上面12（主面）、下面13、内層に図示しない金属配線層を備えている。このセラミック基板11はビアホール導体（図示略）も備えており、層の異なる金属配線層同士はビアホール導体を介して層間接続されている。

【0056】

図2においてセラミック基板11の上面12の左端には、光学素子（発光素子）の一種であるVCSEL14（光学素子）が、発光面を上方に向けた状態で搭載されている。このVCSEL14は、一列に並べられた複数（ここでは4つ）の発光部15を発光面内に有している。従って、これらの発光部15は、セラミック基板11の上面12に対して直交する方向（即ち図2の上方向）に、所定波長のレーザ光を出射するようになっている。一方、図2においてセラミック基板11の上面12の右端には、光学素子（受光素子）の一種であるフォトダイオード16が、受光面を上方に向けた状態で搭載されている。このフォトダイオード16は、一列に並べられた複数（ここでは4つ）の受光部17を受光面内に有している。従って、これらの受光部17は、図2の上側から下側に向かうレーザ光を受けやすいような構成となっている。

【0057】

なお、フォトダイオード16及びVCSEL14は、セラミック基板11の上面12の金属配線層上にそれぞれ接合されている。特にVCSEL14は、セラミック基板11の上面12に搭載された図示しない動作回路用ICに対し、前記金属配線層を介して電氣的に接続されている。

【0058】

図1、図2に示されるように、セラミック基板11における複数の箇所（ここでは4箇所）には、第1凹部としての第1貫通穴21が設けられている。第1貫通穴21は円形かつ等断面形状であって、セラミック基板11の上面12（主面）及び下面13の両方にて開口している。本実施形態の場合、第1貫通穴21の

直径は1.0mm～2.0mm程度になるように設定されている。また、本実施形態では、4つある第1貫通穴21のうちの2つがVCSEL14に近接して配置され、残りの2つがフォトダイオード16に近接して配置されている。VCSEL14に近接して配置された一对の第1貫通穴21は、発光部15の列とほぼ同一直線上にあって、発光部15の列をその両端側から挟む位置に配置されている。フォトダイオード16に近接して配置された一对の第1貫通穴21は、受光部17の列とほぼ同一直線上にあって、受光部17の列をその両端側から挟む位置に配置されている。

【0059】

これらの第1貫通穴21の内部には樹脂層22が設けられており、その樹脂層22のほぼ中心部には第2貫通穴23（第2凹部、基板側位置合わせ凹部）が設けられている。第2貫通穴23は円形かつ等断面形状であって、セラミック基板11の上面12（主面）及び下面13の両方にて開口している。本実施形態の場合、第2貫通穴23の直径は上記第1貫通穴21よりも小さく、約0.7mmに設定されている。4つある第2貫通穴23の内部には、ステンレス鋼からなる断面円形状のガイドピン24（位置合わせ用ガイド部材）が、上面12（主面）側に一端を突出させた状態で嵌着されている。本実施形態において具体的には、JIS C 5981に規定するガイドピン「CNF125A-21」（直径0.699mm）を使用している。

【0060】

図1、図2に示されるように、セラミック基板11の上面12（主面）側には、セラミック基板11よりも一回り小さい略矩形状かつフィルム状の光導波路31（光部品）が配置されている。この光導波路31を構成する基材32は、コア33及びそれを上下から取り囲むクラッド34を有している。実質的にコア33は光信号が伝搬する光路となる。本実施形態の場合、コア33及びクラッド34は、屈折率等の異なる透明なポリマ材料、具体的には屈折率等の異なるPMMA（ポリメチルメタクリレート）により形成されている。光路となるコア33は発光部15及び受光部17の数と同じく4つであって、それらは直線的にかつ平行に延びるように形成されている。コア33の両端部にはコア33の長手方向に対

して 45° の角度を持つ傾斜面が形成され、その傾斜面には光を全反射可能な金属からなる薄膜が蒸着されている。よって、各コア33の両端部は、それぞれ光を 90° の角度で反射する光路変換用ミラー35、37を備えたものとなっている。光導波路31の四隅には円形状の位置合わせ穴36が貫通形成されている。これらの位置合わせ穴36は、ガイドピン24の大きさに対応して直径約0.7mmに設定されている。そして、光導波路31の有する各位置合わせ穴36（光部品側位置合わせ凹部）には、セラミック基板11から突出する各ガイドピン24が嵌合されている。その結果、セラミック基板11の上面12（主面）上にて、光導波路31が位置合わせされた状態で固定されている。ここで「位置合わせされた状態」とは、具体的には、図2の左端側に位置する各光路変換用ミラー35が各発光部15の直上にあり各コア33と各発光部15との光軸が合った状態、かつ、図2の右端側に位置する各光路変換用ミラー37が各受光部17の直上にあり各コア33と各受光部17との光軸が合った状態をいう。なお本実施形態では、セラミック基板11及び光導波路31は、位置合わせ穴36とガイドピン24との嵌合関係のみをもって互いに固定されている。

【0061】

このように構成された光導波路付き光学素子搭載基板10の一般的な動作について簡単に述べておく。

【0062】

VCSEL14及びフォトダイオード16は、セラミック基板11の金属配線層を介した電力供給により、動作可能な状態となる。セラミック基板11上の動作回路用ICからVCSEL14に電気信号が出力されると、VCSEL14は入力した電気信号を光信号（レーザ光）に変換した後、その光信号をコア33の左端にある光路変換用ミラー35に向けて、発光部15から出射する。発光部15から出射した光信号は、光導波路31の下面側から入射して、コア33の光路変換用ミラー35に入射する。光路変換用ミラー35に入射した光信号は、そこで進行方向を 90° 変更する。このため、光信号はコア33の内部をその長手方向に沿って伝搬することとなる。そして、コア33の右端に到った光信号は、今度は光導波路31の右端に形成されている光路変換用ミラー37に入射する。光

路変換用ミラー 37 に入射した光信号は、そこで進行方向を 90° 変更する。このため、光信号は光導波路 31 の下面側から出射し、さらにフォトダイオード 16 の受光部 17 に入射する。フォトダイオード 16 は受光した光信号を電気信号に変換し、変換した電気信号をセラミック基板 11 上のさらに別の IC（図示略）等に出力するようになっている。

【0063】

次に、上記構成の光導波路 31 付き光学素子搭載基板 10 の製造方法を図 3 ～ 図 13 に基づいて説明する。

【0064】

まず、従来公知の手法によって光導波路 31 を作製し（図 3 参照）、これに対して精密ドリル加工を施すことにより四隅に位置合わせ穴 36 を形成しておく（図 4 参照）。

【0065】

また、以下の手順によりセラミック基板 11 を作製する。アルミナ粉末、有機バインダ、溶剤、可塑剤などを均一に混合・混練してなる原料スラリーを作製し、この原料スラリーを用いてドクターブレード装置によるシート成形を行って、所定厚みのグリーンシートを形成する。グリーンシートにおける所定部分にはパンチ加工を施し、形成された穴の中にビアホール導体形成用の金属ペーストを充填する。また、グリーンシートの表面に金属ペーストを印刷することにより、後に金属配線層となる印刷層を形成する。そして、これら複数枚のグリーンシートを積層してプレスすることにより一体化し、図 5 のグリーンシート積層体 18 とする。図 5 のグリーンシート積層体 18 においては、上記の金属配線層やビアホール導体は示されず、省略されている。

【0066】

その後、前記グリーンシート積層体 18 にパンチ加工を行って、第 1 貫通穴 21（第 1 凹部）を形成する（第 1 穴明け工程、図 6 参照）。この段階ではまだ未焼結状態であるので、穴加工を比較的簡単にかつ低コストで行うことができる。第 1 穴明け工程では、焼成工程を経た時点における第 1 貫通穴 21（第 1 凹部）の内径が、第 2 貫通穴 23（第 2 凹部、基板側位置合わせ凹部）の内径（約 0.

7mm) 及びガイドピン 24 の直径 (約 0.7mm) よりも大きくなるように設定して、穴加工を行う。具体的には、1.2mm～2.4mm 程度に設定して第 1 貫通穴 21 の穴加工を行う。その理由は、セラミックは焼成工程を経ることで収縮し、それに伴って第 1 貫通穴 21 (第 1 凹部) も小径化しかつ位置ズレするため、このことを計算に入れて第 1 貫通穴 21 (第 1 凹部) を大きめに形成しておく必要があるからである。

【0067】

次に、周知の手法に従って乾燥工程や脱脂工程などを行った後、さらにアルミナが焼結しうる加熱温度にて焼成工程を行う。これにより、グリーンシート積層体 18 (セラミック未焼結体) を焼結させてセラミック基板 11 とする。この時点でセラミックは硬質化しかつ収縮する (図 7 参照)。

【0068】

続く樹脂層配設工程では、以下のようにして第 1 貫通穴 21 (第 1 凹部) 内に樹脂層 22 を設ける。まず、ビスフェノール F 型エポキシ樹脂 (J E R 社製「エピコート 807」) 80 重量部、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂 (J E R 社製「エピコート 152」) 20 重量部に対し、硬化剤 (四国化成工業社製「2P4MZ-CN」) 5 重量部、シランカップリング剤 (信越化学社製「KBM-403」) で処理したシリカフィラー (龍森製「TSS-6」) 200 重量部、消泡剤 (サンプロコ社製「ベレノール S-4」) を混合する。この混合物を 3 本ロールにて混練することにより、樹脂層 22 形成用の樹脂材料としておく。即ち、本実施形態では、熱硬化性樹脂中に無機フィラーを含む未硬化状態の樹脂材料を用いる。

【0069】

次に、セラミック基板 11 を印刷装置にセットし、その上面 12 に所定のメタルマスク (図示略) を密着させて配置する。かかるメタルマスクにおいて第 1 貫通穴 21 に対応する箇所には、開口部があらかじめ形成されている。このようなメタルマスクを介して前記樹脂材料を印刷することにより、各第 1 貫通穴 21 内に樹脂材料を隙間なく完全に充填する。この後、印刷後のセラミック基板 11 を印刷装置から取り外した後、120℃、1 時間の条件で加熱し、前記樹脂材料の

充填によって形成された樹脂層 22 をある程度硬化（半硬化）させる（図 8 参照）。ここで、樹脂層 22 を完全に硬化させないのは、次の第 2 穴明け工程での穴加工をよりいっそう容易に行うためである。

【0070】

続く第 2 穴明け工程では、精密ドリルを用いた精密穴加工を行って樹脂層 22 に第 2 貫通穴 23（第 2 凹部、基板側位置合わせ凹部）を形成する（図 9 参照）。このような加工法によれば、光軸合わせの際の基準となるガイドピン 24 を、所望とする正しい位置にて支持可能な第 2 貫通穴 23 とすることができる。

【0071】

次に、前記セラミック基板 11 を表面研磨装置にセットして、上面 12 及び下面 13 を研磨することにより、第 1 貫通穴 21 の開口部から突出している余剰の樹脂層 22 や、基板表面に付着している樹脂層 22 を除去する（図 10 参照）。なお、この研磨工程を行うと、セラミック基板 11 の上面 12（主面）における凹凸が解消されて平坦化する。

【0072】

次に、前記セラミック基板 11 を 150℃、5 時間の条件で加熱する本硬化処理を行って、樹脂層 22 を完全に硬化させる。さらに、周知の手法により仕上げ加工を行って、第 2 貫通穴 23 の穴径を 0.700 mm となるように微調整する。このときの加工に要求される精度は、具体的には ±0.001 mm である。

【0073】

次に、平坦化されたセラミック基板 11 の上面 12 上に、図示しない異方導電性材料を介して VCSEL 14 及びフォトダイオード 16 を搭載する（図 11 参照）。その結果、セラミック基板 11 の上面 12 における金属配線層の一部と、VCSEL 14 及びフォトダイオード 16 の接続端子とが電氣的に接続される。なお、このとき上面 12 は凹凸のない平坦面となっているので、VCSEL 14 及びフォトダイオード 16 は上面 12 に対して平行な状態となる。本実施形態では、仕上げ加工の実施後かつガイド部材取付工程の実施前の段階で、光学素子搭載工程を行っている。そのため、既に搭載された VCSEL 14 及びフォトダイオード 16 が、ドリル加工によって発生しうる熱、振動、塵等に晒されなくなる。

というメリットがある。また、光学素子搭載部分の近くにガイドピン 24 がまだ立設していない状態であるため、VCSEL 14 及びフォトダイオード 16 を比較的容易に搭載することができる。

【0074】

続くガイド部材取付工程では、専用の治具などを用いて、第 2 貫通穴 23（第 2 凹部、基板側位置合わせ凹部）にガイドピン 24 を圧入するようにして嵌着させる（図 12 参照）。

【0075】

続く位置合わせ工程では、セラミック基板 11 の有する各ガイドピン 24 を光導波路 31 の有する各位置合わせ穴 36 に対して嵌合させる。これにより、光導波路 31 及び VCSEL 14 の光軸合わせと、光導波路 31 及びフォトダイオード 16 の光軸合わせと同時に行いつつ、光導波路 31 をセラミック基板 11 に固定する。以上のようにして本実施形態の光導波路付き光学素子搭載基板 10 が完成する。

【0076】

従って、本実施形態によれば以下の効果を得ることができる。

【0077】

（1）本実施形態では、ガイドピン 24 と位置合わせ穴 36 との嵌合関係をもって、光軸合わせを達成しつつセラミック基板 11 と光導波路 31 とを相互に固定した構成となっている。よって、リフロー時のセルフアライメント作用のみに頼る従来の消極的な光軸合わせに比べて、より積極的にかつ高い精度で光軸が合った状態となる。ゆえに、光の伝送ロスが小さく、高速度化・高密度化等に十分に対応しうる光学素子搭載基板 10 を実現することができる。また、樹脂基板に比較して熱伝導性の高いセラミック基板 11 を用いているため、VCSEL 14 及び動作回路用 IC の発する熱が効率よく放散される。よって、放熱性の悪化に起因する発光波長のズレも回避され、動作安定性・信頼性に優れた光学素子搭載基板 10 を実現することができる。

【0078】

（2）また、本実施形態の製造方法によれば、上記構成を有する光学素子搭載

基板 10 を確実にかつ低コストで製造することができる。

[第 2 の実施の形態]

【0079】

次に、第 2 の実施形態における光導波路付き光学素子搭載基板 10（光部品付き光学素子搭載基板）について説明する。本実施形態では、樹脂層 22 の組成が第 1 の実施形態のものと異なっている点において唯一第 1 の実施形態と相違している。

【0080】

樹脂層配設工程においては、まず、エポキシ樹脂（J E R 社製「エピコート 828」）100 重量部に対し、硬化剤（四国化成工業社製「2 P 4 M Z - C N」）5 重量部、銅フィラー（日本アトマイズ加工製「S R F - C u - 10」）600 重量部、消泡剤（サンノプロコ社製「ベレノール S - 4」）、増粘剤（日本アエロジル社製「R Y 200」）を混合する。この混合物を 3 本ロールにて混練することにより、樹脂層 22 形成用の樹脂材料としておく。即ち、本実施形態では、熱硬化性樹脂中に高熱伝導性の無機フィラーを含む未硬化状態の樹脂材料を用いる。そして、このような樹脂材料を第 1 貫通穴 21 内に印刷充填した後、加熱硬化処理を行い、第 2 穴明け工程以降の工程を順次実施する。

【0081】

従って本実施形態の構成であっても、第 1 の実施形態と同様の作用効果を奏することができる。しかも、樹脂層 22 はエポキシ樹脂よりも熱伝導性の高い銅からなるフィラーを含んでいる。そのため、樹脂層 22 の熱伝導性が向上し、ひいては光学素子搭載基板 10 全体の放熱性が向上する。また、第 2 貫通穴 23 の形成時に樹脂層 22 にて発生した熱が、樹脂層 22 を介してセラミック基板 11 側に効率よく逃がされる。このため、熱の作用によって樹脂層 22 の加工精度が低下するような心配がなくなり、ガイドピン 24 を高い位置精度を支持することができる。

[第 3 の実施の形態]

【0082】

図 14 ～図 16 には、本発明を具体化した第 3 の実施形態の光ファイバコネク

タ付き光学素子搭載基板 5 0 が示されている。ここでは、第 1 の実施形態と相違する点について説明する反面、第 1 の実施形態と同じ点については共通の部材番号を付すのみとする。

【0 0 8 3】

図 1 4、図 1 5 に示されるように、この光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板 5 0 における光ファイバコネクタ 5 2 は、多心構造（図 1 4 では 4 心）を有する光ファイバ 5 1 の先端に設けられた、いわゆる MT コネクタである。光ファイバ 5 1 の端面（即ち各コア 3 3 の端部）は、光ファイバコネクタ 5 2 の下端面において露出している。光ファイバコネクタ 5 2 の下端面における両端部には、下端面にて開口する位置合わせ穴 5 4 が一対設けられている。そして、これらの位置合わせ穴 5 4 にセラミック基板 1 1 側のガイドピン 2 4 が嵌合されている。その結果、左側の光ファイバコネクタ 5 2 は、VCSEL 1 4 と光軸が合った状態で、セラミック基板 1 1 の上面 1 2 側に固定されている。右側の光ファイバコネクタ 5 2 は、フォトダイオード 1 6 と光軸が合った状態で、セラミック基板 1 1 の上面 1 2 側に固定されている。

【0 0 8 4】

そして、上記構成を有する本実施形態においても、第 1 の実施形態と同様の作用効果を奏することができる。

[第 4 の実施の形態]

【0 0 8 5】

図 1 7、図 1 8 には、本発明を具体化した第 4 の実施形態の光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板 8 0（光部品付き光学素子搭載基板）が示されている。図 1 7 は、前記光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板 8 0 の概略断面図である。図 1 8 は、前記光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板 8 0 の製造過程において、セラミック基板 9 1 とマイクロレンズアレイ 1 0 1 と光ファイバコネクタ 1 1 1 との位置合わせを行いつつ各々の部品を固定する際の様子を示す概略断面図である。

【0 0 8 6】

図 1 7、図 1 8 に示されるように、本実施形態の光ファイバコネクタ付き光学

素子搭載基板 80 は、VCSEL14（光学素子）、セラミック基板 11（基板）、マイクロレンズアレイ 101、光ファイバコネクタ 111、ガイドピン 24（位置合わせ用ガイド部材）等によって構成されている。

【0087】

セラミック基板 11 は、上面 12（主面）及び下面 13 を有する略矩形状の板部材である。かかるセラミック基板 11 はいわゆる多層配線基板であって、金属配線層を備えている。例えば、上面 12（主面）に位置する金属配線層 93 の一部には、各種電子部品を実装するための複数の接続パッド 92 が形成されている。図示しないが、金属配線層はセラミック基板 11 の内層にも形成されている。このセラミック基板 11 はビアホール導体（図示略）も備えており、層の異なる金属配線層同士はビアホール導体を介して層間接続されている。また、セラミック基板 11 の下面 13 には、前記ビアホール導体に接続する複数のはんだバンプ 95 が設けられている。

【0088】

セラミック基板 11 の上面 12 には、光学素子（発光素子）の一種である VCSEL14（光学素子）が、発光面を上方に向けた状態で搭載されている。この VCSEL14 は、一列に並べられた複数（ここでは 4 つ）の発光部 15 を発光面内に有している。従って、これらの発光部 15 は、セラミック基板 11 の上面 12 に対して直交する方向（即ち図 17、図 18 の上方向）に、所定波長のレーザ光を出射するようになっている。VCSEL14 の有する複数の端子は、セラミック基板 11 の上面 12 に設けられた接続パッド 92 上にそれぞれ接合されている。なお、VCSEL14 のような発光素子に代えて、フォトダイオードのような受光素子を搭載した構成としてもよいが、ここではその詳細な説明を省略する。

【0089】

また、セラミック基板 11 の上面 12 において VCSEL14 の近傍には、VCSEL14 を駆動するための動作回路用 IC94（いわゆるドライバ IC）が配置されている。動作回路用 IC94 の有する複数の端子は、セラミック基板 11 の上面 12 に設けられた接続パッド 92 上にそれぞれ接合されている。従って

、V C S E L 1 4 と動作回路用 I C 9 4 とが、金属配線層 9 3 を介して電氣的に接続されている。

【0090】

図 1 7、図 1 8 に示されるように、セラミック基板 1 1 において電子部品が実装されていない領域には、第 1 凹部としての第 1 貫通穴 2 1 が設けられている。なお、具体的に図示されてはいないが、本実施形態では第 1 貫通穴 2 1 が 2 箇所設けられている。第 1 貫通穴 2 1 は円形かつ等断面形状であって、セラミック基板 1 1 の上面 1 2（主面）及び下面 1 3 の両方にて開口している。本実施形態の場合、第 1 貫通穴 2 1 の直径は 1.0 mm～2.0 mm 程度になるように設定されている。これらの第 1 貫通穴 2 1 の内部には樹脂層 2 2 が設けられており、その樹脂層 2 2 のほぼ中心部には第 2 貫通穴 2 3（第 2 凹部、基板側位置合わせ凹部）が設けられている。第 2 貫通穴 2 3 は円形かつ等断面形状であって、セラミック基板 1 1 の上面 1 2（主面）及び下面 1 3 の両方にて開口している。本実施形態の場合、第 2 貫通穴 2 3 の直径は上記第 1 貫通穴 2 1 よりも小さく、約 0.7 mm に設定されている。2 つある第 2 貫通穴 2 3 の内部には、ステンレス鋼からなる断面円形状のガイドピン 2 4（位置合わせ用ガイド部材）の一端が嵌着されている（図 1 7 参照）。本実施形態において具体的には、J I S C 5 9 8 1 に規定するガイドピン「C N F 1 2 5 A - 2 1」（直径 0.699 mm）を使用している。

【0091】

図 1 7、図 1 8 に示されるように、セラミック基板 1 1 の上面 1 2（主面）側に配置されるマイクロレンズアレイ 1 0 1 は、底面側に收容凹部を有する蓋状のマイクロレンズアレイ本体 1 0 5 を備えている。マイクロレンズアレイ本体 1 0 5 は樹脂成形品であって、V C S E L 1 5 の上方の位置にはマイクロレンズ取付穴 1 0 4 が形成されている。マイクロレンズ取付穴 1 0 4 には、透光性樹脂材料からなる凸状のマイクロレンズ 1 0 2 が取り付けられている。マイクロレンズアレイ本体 1 0 5 における別の箇所には、位置合わせ穴 1 0 3（マイクロレンズアレイ側位置合わせ凹部）が表裏を貫通するようにして形成されている。本実施形態では、位置合わせ穴 1 0 3 の直径は約 0.7 mm に設定されている。そして、

このような位置合わせ穴 103 には、ガイドピン 24 が挿通された状態で嵌合するようになっている。なお、本実施形態のマイクロレンズアレイ 101 は、集光機能を有する光部品であると把握することができる。マイクロレンズ 102 及びマイクロレンズアレイ本体 105 は、上記のように別体として構成されていてもよいが、一体として構成されていてもよい。

【0092】

図 17、図 18 に示されるように、マイクロレンズアレイ 101 の上側に配置される光ファイバコネクタ 111 は、光ファイバ 112 の先端に取り付けられている。光ファイバコネクタ 111 の左端側下部には、約 45° の傾斜面を有する切欠部 115 が設けられている。切欠部 115 の傾斜面には、光を反射する金属の薄膜からなる光路変換ミラー 114（光路変換部）が形成されている。切欠部 115 を有する前記光ファイバコネクタ 111 は、例えば、合成樹脂材料を用いた金型成形加工によって形成可能であるほか、シリコン等の金属を材料としたエッチング加工によっても形成可能である。そして、光路変換ミラー 114 が形成された本実施形態の光ファイバコネクタ 111 は、光反射機能を有する光部品（即ち光路変換部品）であると把握することもできる。

【0093】

この光ファイバコネクタ 111 における所定箇所には、複数の位置合わせ穴 113（光部品側位置合わせ凹部）が表裏を貫通するようにして形成されている。本実施形態では、位置合わせ穴 113 の直径は約 0.7 mm に設定されている。そして、このような位置合わせ穴 113 には、ガイドピン 24 が挿通された状態で嵌合するようになっている。

【0094】

そして、上記のように構成された光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板 80 では、セラミック基板 11 とマイクロレンズアレイ 101 と光ファイバコネクタ 111 とが、ガイドピン 24 の嵌合によって互いに位置合わせされた状態で固定されている。ここで「位置合わせされた状態」とは、具体的には、VCSEL 14 の各発光部 15 の光軸と、各マイクロレンズ 102 の光軸と、光ファイバ 112 の各コアの光軸とが合った状態をいう。

【0095】

このように構成された光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板 80 の一般的な動作について簡単に述べておく。

【0096】

V C S E L 1 4 は、セラミック基板 11 側からの電力供給により、動作可能な状態となる。セラミック基板 11 上の動作回路用 I C 9 4 から V C S E L 1 4 に電気信号が出力されると、V C S E L 1 4 は入力した電気信号を光信号（レーザ光）に変換した後、その光信号を上方に向けて、発光部 15 から出射する。発光部 15 から出射した光信号は、拡がりながら進もうとするが、マイクロレンズ 102 を通過する際に集光された後、光路変換ミラー 114 に到達する。光路変換ミラー 114 に入射した光信号は、そこで進行方向を 90° 変更した後、光ファイバ 112 の一方の端部に入射するようになっている。なお、光ファイバ 112 の他方の端部付近には図示しないフォトダイオードが設けられていて、最終的に光信号はそのフォトダイオードに到るようになっている。

【0097】

次に、上記構成の光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板 80 の製造方法を説明する。

【0098】

まず、シリコン基材をエッチングすることによって、傾斜面を有する切欠部 115 を形成する。次に、傾斜面に対して金をスパッタリングすることにより、光路変換ミラー 114 を形成する。さらに、シリコン基材に対して精密ドリル加工を施すことにより、その表裏を貫通する位置合わせ貫通穴 113 を形成する。シリコン基材はセラミック材料ほど硬くないので、精密ドリル加工によって比較的簡単に高精度の穴を形成することができる。そして、このようにして作製された光ファイバコネクタ 111 の切欠部 115 に対し、光ファイバ 112 の端部を接合する。なお、シリコン基材に対する精密ドリル加工は、光路変換ミラー 114 を形成する工程の前に行われてもよい。また、光路変換ミラー 114 の形成はスパッタリング以外の手法（例えば真空蒸着、CVD など）により行われてもよい。

【0099】

一方、合成樹脂を材料とした金型成形法によりマイクロレンズアレイ本体105を作製した後、そのマイクロレンズアレイ本体105に対して精密ドリル加工を施すことにより、その表裏を貫通する位置合わせ貫通穴103を形成する。一般に合成樹脂材料はセラミック材料ほど硬くないので、精密ドリル加工によって比較的簡単に高精度の穴を形成することができる。マイクロレンズ取付穴104については、精密ドリル加工時に形成されてもよいが、金型成形時に形成されてもよい。そして、このマイクロレンズ取付穴104にマイクロレンズ102を取り付けて、マイクロレンズアレイ101を完成させる。

【0100】

また、以下の手順によりセラミック基板11を作製する。アルミナ粉末、有機バインダ、溶剤、可塑剤などを均一に混合・混練してなる原料スラリーを作製し、この原料スラリーを用いてドクターブレード装置によるシート成形を行って、所定厚みのグリーンシートを形成する。グリーンシートにおける所定部分にはパンチ加工を施し、形成された穴の中にビアホール導体形成用の金属ペーストを充填する。また、グリーンシートの表面に金属ペーストを印刷することにより、後に金属配線層となる印刷層を形成する。そして、これら複数枚のグリーンシートを積層してプレスすることにより一体化し、グリーンシート積層体とする。その後、前記グリーンシート積層体にパンチ加工を行って、第1貫通穴21（第1凹部）を形成する（第1穴明け工程）。この段階ではまだ未焼結状態であるので、穴加工を比較的簡単にかつ低コストで行うことができる。第1穴明け工程では、焼成工程を経た時点における第1貫通穴21（第1凹部）の内径が、第2貫通穴23（第2凹部、基板側位置合わせ凹部）の内径（約0.7mm）及びガイドピン24の直径（約0.7mm）よりも大きくなるように設定して、穴加工を行う。具体的には、1.2mm～2.4mm程度に設定して第1貫通穴21の穴加工を行う。その理由は、セラミックは焼成工程を経ることで収縮し、それに伴って第1貫通穴21（第1凹部）も小径化しかつ位置ズレするため、このことを計算に入れて第1貫通穴21（第1凹部）を大きめに形成しておく必要があるからである。次に、周知の手法に従って乾燥工程や脱脂工程などを行った後、さらにア

ルミナが焼結しうる加熱温度にて焼成工程を行う。これにより、グリーンシート積層体（セラミック未焼結体）を焼結させてセラミック基板 11 とする。この時点でセラミックは硬質化しかつ収縮する。

【0101】

続く樹脂層配設工程では、以下のようにして第 1 貫通穴 21（第 1 凹部）内に樹脂層 22 を設ける。まず、ビスフェノール F 型エポキシ樹脂（J E R 社製「エピコート 807」）80 重量部、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂（J E R 社製「エピコート 152」）20 重量部に対し、硬化剤（四国化成工業社製「2P4MZ-CN」）5 重量部、シランカップリング剤（信越化学社製「KBM-403」）で処理したシリカフィラー（龍森製「TSS-6」）200 重量部、消泡剤（サンノブコ社製「ベレノール S-4」）を混合する。この混合物を 3 本ロールにて混練することにより、樹脂層 22 形成用の樹脂材料としておく。即ち、本実施形態では、熱硬化性樹脂中に無機フィラーを含む未硬化状態の樹脂材料を用いる。

【0102】

次に、セラミック基板 11 を印刷装置にセットし、その上面 12 に所定のメタルマスク（図示略）を密着させて配置する。かかるメタルマスクにおいて第 1 貫通穴 21 に対応する箇所には、開口部があらかじめ形成されている。このようなメタルマスクを介して前記樹脂材料を印刷することにより、各第 1 貫通穴 21 内に樹脂材料を隙間なく完全に充填する。この後、印刷後のセラミック基板 11 を印刷装置から取り外した後、120℃、1 時間の条件で加熱し、前記樹脂材料の充填によって形成された樹脂層 22 をある程度硬化（半硬化）させる。ここで、樹脂層 22 を完全に硬化させないのは、次の第 2 穴明け工程での穴加工をよりいっそう容易に行うためである。

【0103】

続く第 2 穴明け工程では、精密ドリルを用いた精密穴加工を行って樹脂層 22 に第 2 貫通穴 23（第 2 凹部、基板側位置合わせ凹部）を形成する。このような加工法によれば、光軸合わせの際の基準となるガイドピン 24 を、所望とする正しい位置にて支持可能な第 2 貫通穴 23 とすることができる。

【0104】

次に、前記セラミック基板11を150℃、5時間の条件で加熱する本硬化処理を行って、樹脂層22を完全に硬化させる。さらに、周知の手法により仕上げ加工を行って、第2貫通穴23の穴径を0.700mmとなるように微調整する。このときの加工に要求される精度は、具体的には±0.001mmである。

【0105】

次に、セラミック基板11の上面12にある接続パッド92上にはんだペーストを印刷した後、VCSEL14及び動作回路用IC94を搭載してリフローを行う。その結果、接続パッド94と、VCSEL14及び動作回路用IC94の端子とが、はんだを介して接合される。

【0106】

続くガイド部材取付工程では、専用の治具などを用いて、まず第2貫通穴23（第2凹部、基板側位置合わせ凹部）にガイドピン24を圧入するようにして嵌着させる。

【0107】

続く位置合わせ工程では、セラミック基板11から突出する各ガイドピン24を、まず、マイクロレンズアレイ101が有する各位置合わせ穴103（光部品側位置合わせ凹部）に嵌挿する。これにより、VCSEL14の各発光部15と各マイクロレンズ102との光軸合わせを行いつつ、マイクロレンズアレイ101をセラミック基板11に固定する。このとき、マイクロレンズアレイ101とセラミック基板11との界面を、接着剤等を用いて確実に接合するようにしてもよい。さらに、前記各ガイドピン24を光ファイバコネクタ111が有する各位置合わせ穴113（光部品側位置合わせ凹部）に嵌挿する。これにより、VCSEL14の各発光部15、各マイクロレンズ102及び光ファイバ112の各コアの光軸合わせが行われるとともに、セラミック基板11に光ファイバコネクタ111が固定される。そして、以上のようにして本実施形態の光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板80が完成する。

【0108】

従って、本実施形態によれば以下の効果を得ることができる。

【0109】

(1) 本実施形態では、第2貫通穴23に嵌着されたガイドピン24と位置合わせ穴103、113との嵌合関係をもって、光軸合わせを達成しつつ、セラミック基板11とマイクロレンズアレイ101と光ファイバコネクタ111とを相互に固定した構成となっている。よって、リフロー時のセルフアライメント作用のみに頼る従来の消極的な光軸合わせに比べて、より積極的にかつ高い精度で光軸が合った状態となる。ゆえに、光の伝送ロスが小さく、高速度化・高密度化等に十分に対応しうる光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板80を実現することができる。また、樹脂基板に比較して熱伝導性の高いセラミック基板11を用いているため、VCSEL14及び動作回路用IC94の発する熱が効率よく放散される。よって、放熱性の悪化に起因する発光波長のズレも回避され、動作安定性・信頼性に優れた光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板80を実現することができる。

【0110】

(2) また、本実施形態の製造方法によれば、上記構成を有する光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板80を確実にかつ低コストで製造することができる。

【0111】

なお、本発明の実施形態は以下のように変更してもよい。

【0112】

・第1の実施形態では、第1凹部として第1貫通穴21を形成するとともに、第2凹部として第2貫通穴23を形成していた。勿論これに限定されることはなく、例えば、図19に示す別例の光導波路付き光学素子搭載基板60のように、第1凹部として第1非貫通穴61を形成するとともに、第2凹部として第2非貫通穴63を形成してもよい。

【0113】

・第2穴明け工程における精密穴加工のみによって十分高精度な穴が形成できるのであれば、仕上げ加工を省略しても構わない。

【0114】

・第1の実施形態では、光学素子であるVCSEL14やフォトダイオード16を搭載する工程を、仕上げ加工の実施後かつガイド部材取付工程の実施前の段階で行っていた。しかし、これに限定されることはなく、光学素子搭載工程をガイド部材取付工程の実施後に行ったり、仕上げ加工の実施前に行ったりしてもよい。

【0115】

次に、特許請求の範囲に記載された技術的思想のほかに、前述した実施形態によって把握される技術的思想を以下に列挙する。

【0116】

(1) 第1主面及び第2主面を有するとともに、前記第1主面及び前記第2主面の両側において開口する第1貫通穴を有するセラミック基板と、前記セラミック基板の前記第1主面上に搭載され、発光部及び受光部のうちの少なくとも一方を有し、光導波路または光ファイバコネクタと光軸を合わせた状態で光学的に接続されるべき光学素子と、前記第1貫通穴内に位置し、前記第1貫通穴よりも小径かつ前記第1主面及び前記第2主面の両側において開口する第2貫通穴を有する樹脂層と、前記第2貫通穴に嵌合されることで支持され、前記セラミック基板の前記第1主面側にてその一部が突出し、前記光導波路または前記光ファイバコネクタの有する位置合わせ穴に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材と、を備えることを特徴とする光学素子搭載基板。

【0117】

(2) 主面を有するとともに、少なくとも前記主面側において開口する第1凹部を有するセラミック基板と、前記セラミック基板の主面上に搭載され、発光部及び受光部のうちの少なくとも一方を有し、光導波路または光ファイバコネクタと光軸を合わせた状態で光学的に接続されるべき光学素子と、前記第1凹部内に位置し、前記第1凹部よりも小径かつ少なくとも前記主面側において開口する第2凹部を有する樹脂層と、前記第2凹部に嵌合されることで支持され、前記セラミック基板の前記主面側にてその一部が突出し、前記光導波路または前記光ファイバコネクタの有する位置合わせ穴に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材とを備える光学素子搭載基板の製造方法において、穴加工を行うことによりセラ

ミック未焼結体に前記第1凹部を形成する第1穴明け工程と、前記セラミック未焼結体を焼結させて前記セラミック基板とする焼成工程と、前記第1凹部内に半硬化状態の前記樹脂層を設ける樹脂層配設工程と、前記樹脂層配設工程後に穴加工を行うことにより前記樹脂層に前記第2凹部を穴明け形成する第2工程と、前記第2穴明け工程後に前記樹脂層を完全に硬化させる本硬化処理を行う工程と、前記本硬化処理を行う工程後に前記第2凹部に仕上げ加工を施す仕上げ加工工程と、前記仕上げ加工工程後に前記光学素子を搭載する光学素子搭載工程と、前記光学素子搭載工程後に前記第2凹部に前記位置合わせ用ガイド部材を支持させるガイド部材取付工程と、を含むことを特徴とする光学素子搭載基板の製造方法。

【0118】

(3) 基板側位置合わせ凹部を有する基板と、少なくとも光反射機能を有し、第1光部品側位置合わせ凹部を有する第1光部品と、前記基板と前記第1光部品との間に配置され、少なくとも集光機能を有し、第2光部品側位置合わせ凹部を有する第2光部品と、前記基板上に搭載され、発光部及び受光部のうちの少なくとも一方を有し、前記光部品と光軸を合わせた状態で光学的に接続されるべき光学素子と、前記第1光部品側位置合わせ凹部、前記第2光部品側位置合わせ凹部及び前記基板側位置合わせ凹部に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材と、を備えることを特徴とする光部品付き光学素子搭載基板。

【0119】

(4) 主面を有するとともに、少なくとも前記主面側において開口する第1凹部を有するセラミック基板と、少なくとも光反射機能を有し、第1光部品側位置合わせ凹部を有する第1光部品と、前記基板と前記第1光部品との間に配置され、少なくとも集光機能を有し、第2光部品側位置合わせ凹部を有する第2光部品と、前記セラミック基板の主面上に搭載され、発光部及び受光部のうちの少なくとも一方を有し、前記光部品と光軸を合わせた状態で光学的に接続されるべき光学素子と、前記第1凹部内に位置し、前記第1凹部よりも小径かつ少なくとも前記主面側において開口する第2凹部を有する樹脂層と、前記第1光部品側位置合わせ凹部、前記第2光部品側位置合わせ凹部及び基板側位置合わせ凹部である前記第2凹部に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材と、を備えることを特徴

とする光部品付き光学素子搭載基板。

【0120】

(5) 前記第1光部品は、光路変換部を有し、光ファイバの端部に接続される光ファイバコネクタであることを特徴とする前記技術的思想(3)または(4)に記載の光部品付き光学素子搭載基板。

【0121】

(6) 主面を有するとともに、少なくとも前記主面側において開口する第1凹部を有するセラミック基板と、前記セラミック基板の主面上に搭載され、発光部及び受光部のうちの少なくとも一方を有し、光導波路または光ファイバコネクタと光軸を合わせた状態で光学的に接続されるべき光学素子と、前記第1凹部内に位置し、前記第1凹部よりも小径かつ少なくとも前記主面側において開口する第2凹部を有する樹脂層と、前記第2凹部に嵌合されることで支持され、前記セラミック基板の前記主面側にてその一部が突出し、前記光導波路または前記光ファイバコネクタの有する位置合わせ穴に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材とを備える光学素子搭載基板の製造方法において、穴加工を行うことによりセラミック未焼結体に前記第1凹部を形成する第1穴明け工程と、前記セラミック未焼結体を焼結させて前記セラミック基板とする焼成工程と、前記第1凹部内にスペーサ部材を配置し、この状態で未硬化の樹脂材料を充填しかつ硬化させた後、前記スペーサ部材を除去することにより、前記第2凹部を有する前記樹脂層を設ける、樹脂層配設及び第2穴明け工程と、前記第2凹部に前記位置合わせ用ガイド部材を支持させるガイド部材取付工程と、を含むことを特徴とする光学素子搭載基板の製造方法。

【0122】

(7) 主面を有するとともに、少なくとも前記主面側において開口する第1凹部を有するセラミック基板と、前記セラミック基板の主面上に搭載され、発光部及び受光部のうちの少なくとも一方を有し、光導波路または光ファイバコネクタと光軸を合わせた状態で光学的に接続されるべき光学素子と、前記第1凹部内に位置し、前記第1凹部よりも小径かつ少なくとも前記主面側において開口する第2凹部を有する樹脂層と、前記第2凹部に嵌合されることで支持され、前記セラ

ミック基板の前記主面側にてその一部が突出し、前記光導波路または前記光ファイバコネクタの有する位置合わせ穴に対して嵌合可能な位置合わせ用ガイド部材とを備える光学素子搭載基板の製造方法において、穴加工を行うことによりセラミック未焼結体に前記第 1 凹部を形成する第 1 穴明け工程と、前記セラミック未焼結体を焼結させて前記セラミック基板とする焼成工程と、前記第 1 凹部内に前記位置合わせ用ガイド部材の一部を挿入した状態で保持し、この状態で前記第 1 凹部内に未硬化の樹脂材料を充填しかつ硬化させることにより、前記第 2 凹部を有する前記樹脂層を設けかつ前記の第 2 凹部に前記位置合わせ用ガイド部材を支持させる、樹脂層配設及びガイド部材取付工程と、を含むことを特徴とする光学素子搭載基板の製造方法。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明を具体化した第 1 の実施形態の光導波路付き光学素子搭載基板を示す概略平面図。

【図 2】 前記光学素子搭載基板を示す概略断面図。

【図 3】 前記光学素子搭載基板の製造過程において、光導波路を示す概略断面図。

【図 4】 前記光学素子搭載基板の製造過程において、光導波路に位置合わせ穴を形成した状態を示す概略断面図。

【図 5】 前記光学素子搭載基板の製造過程において、グリーンシート積層体を示す概略断面図。

【図 6】 前記光学素子搭載基板の製造過程において、グリーンシート積層体に第 1 貫通穴を形成した状態を示す概略断面図。

【図 7】 前記光学素子搭載基板の製造過程において、グリーンシート積層体を焼成してセラミック基板とした状態を示す概略断面図。

【図 8】 前記光学素子搭載基板の製造過程において、セラミック基板に樹脂材料を充填して樹脂層を形成した状態を示す概略断面図。

【図 9】 前記光学素子搭載基板の製造過程において、前記樹脂層に第 2 貫通穴を形成した状態を示す概略断面図。

【図 10】 前記光学素子搭載基板の製造過程において、セラミック基板の表

面を研磨した状態を示す概略断面図。

【図 1 1】前記光学素子搭載基板の製造過程において、セラミック基板上に VCSEL 及びフォトダイオードを搭載した状態を示す概略断面図。

【図 1 2】前記光学素子搭載基板の製造過程において、第 2 貫通穴にガイドピンを嵌着した状態を示す概略断面図。

【図 1 3】前記光学素子搭載基板の製造過程において、セラミック基板と光導波路との位置合わせを行いつつ光導波路を固定する状態を示す概略断面図。

【図 1 4】第 3 の実施形態の光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板を示す概略平面図。

【図 1 5】前記光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板を示す概略断面図。

【図 1 6】前記光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板の製造過程において、セラミック基板と光ファイバコネクタとの位置合わせを行いつつ光ファイバコネクタを固定する状態を示す概略断面図。

【図 1 7】第 4 の実施形態の光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板を示す概略断面図。

【図 1 8】前記光ファイバコネクタ付き光学素子搭載基板の製造過程において、セラミック基板とマイクロレンズアレイと光ファイバコネクタとの位置合わせを行いつつ各々の部品を固定する際の様子を示す概略断面図。

【図 1 9】別例の光導波路付き光学素子搭載基板を示す概略平面図。

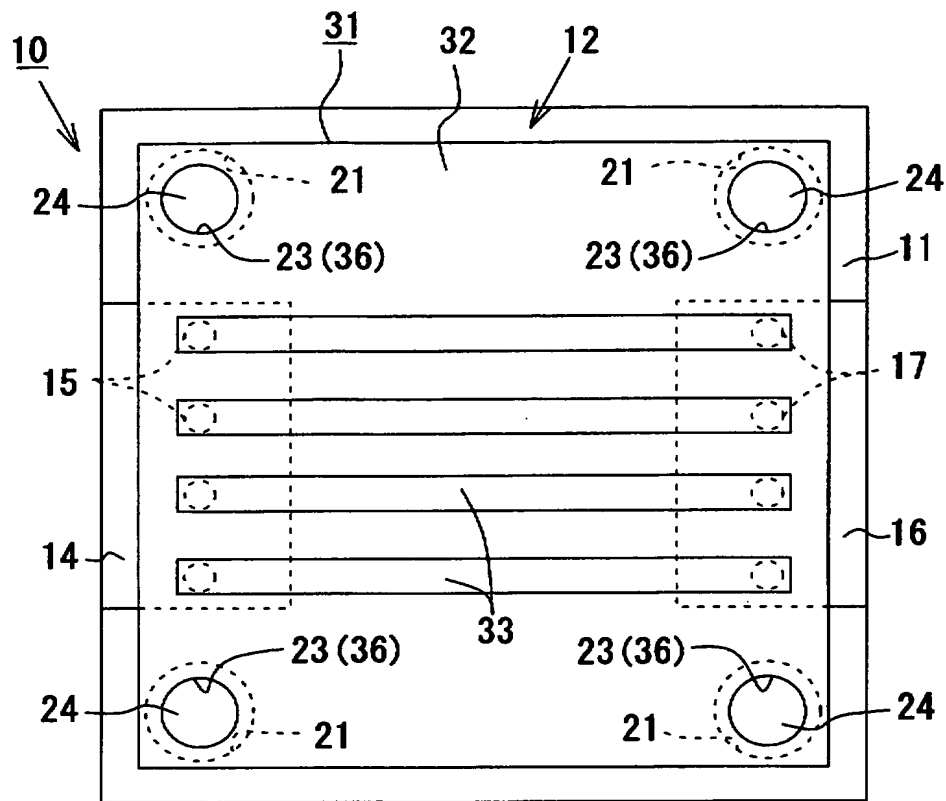
【符号の説明】

- 1 0, 6 0…（光導波路付き）光学素子搭載基板
- 1 1…セラミック基板
- 1 2…（セラミック基板の）主面としての上面
- 1 5…発光部
- 1 4…光学素子としての VCSEL
- 1 6…光学素子としてのフォトダイオード
- 1 7…受光部
- 1 8…セラミック未焼結体としてのグリーンシート積層体

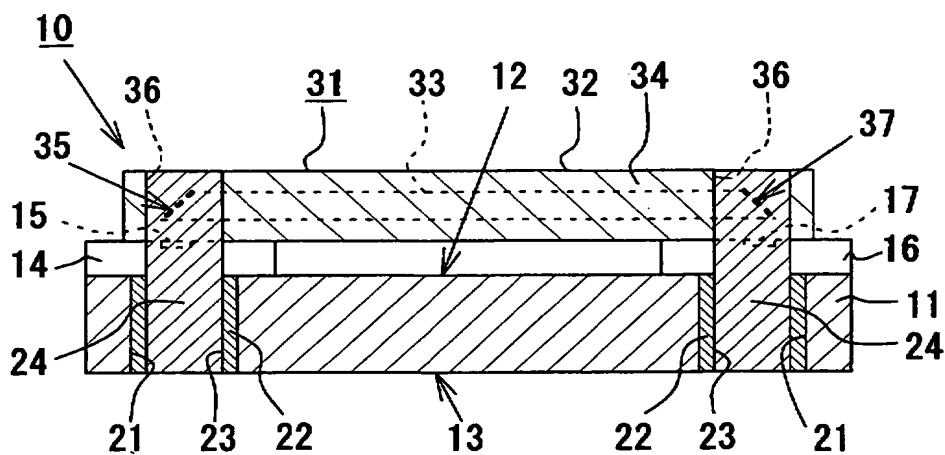
- 2 1…第 1 凹部としての第 1 貫通穴
- 2 2…樹脂層
- 2 3…第 2 凹部としての（基板側位置合わせ凹部としての）第 2 貫通穴
- 2 4…位置合わせ用ガイド部材としてのガイドピン
- 3 1…光部品としての光導波路
- 3 6, 5 4…光部品側位置合わせ凹部としての位置合わせ穴
- 5 0, 8 0…（光ファイバコネクタ付き）光学素子搭載基板
- 5 2…光ファイバコネクタ
- 6 1…第 1 凹部としての第 1 非貫通穴
- 6 3…第 2 凹部としての（基板側位置合わせ凹部としての）第 2 非貫通穴
- 1 0 1…光部品としてのマイクロレンズアレイ
- 1 0 3…光部品側位置合わせ凹部としての位置合わせ穴
- 1 1 1…光部品としての光ファイバコネクタ
- 1 1 3…光部品側位置合わせ凹部としての位置合わせ穴

【書類名】 図面

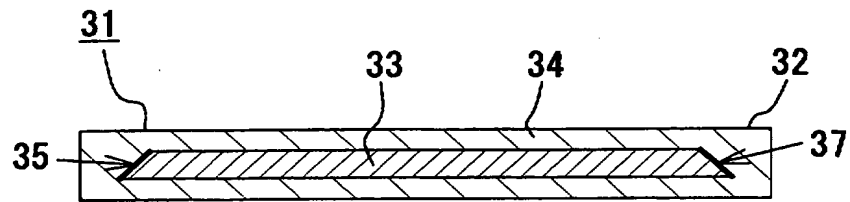
【図 1】



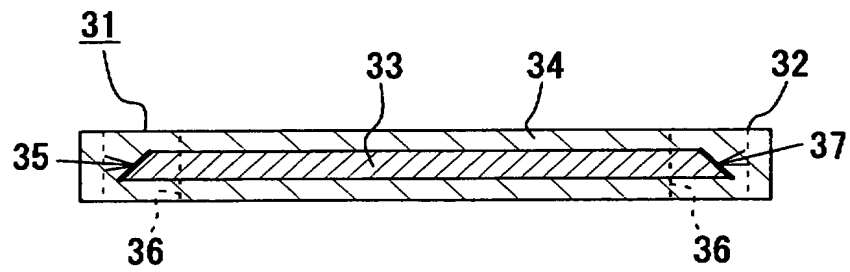
【図 2】



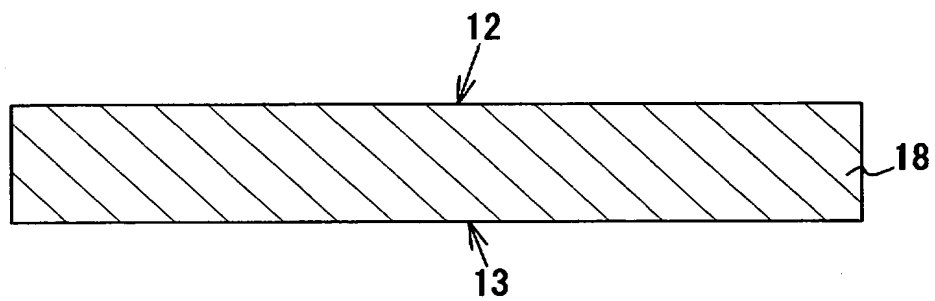
【図 3】



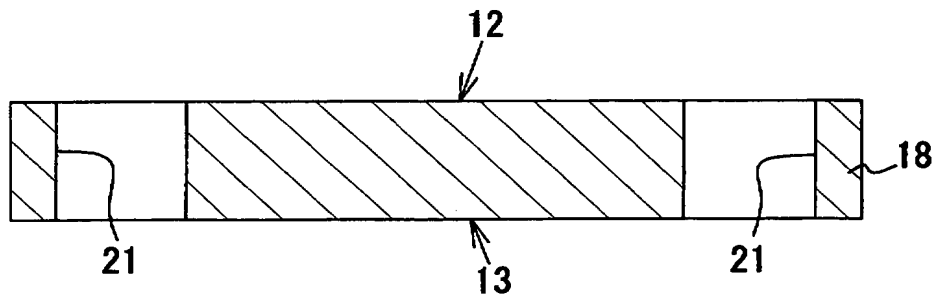
【図 4】



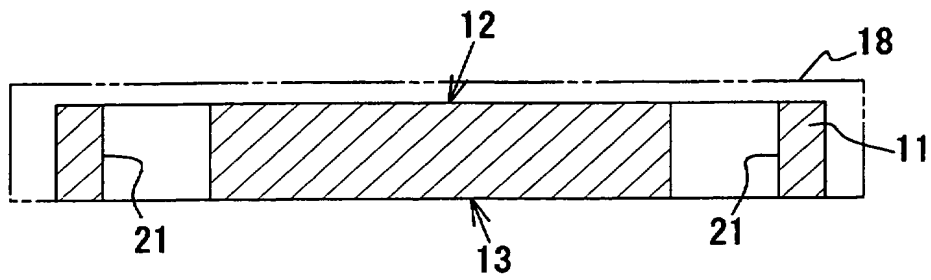
【図 5】



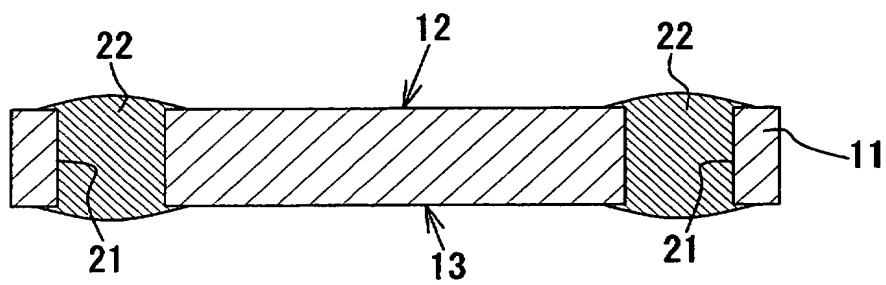
【図 6】



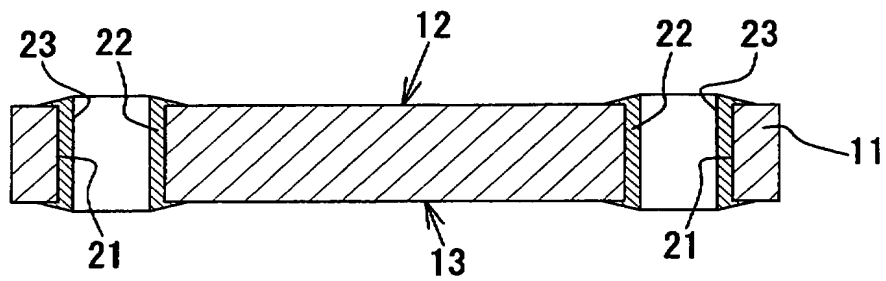
【図 7】



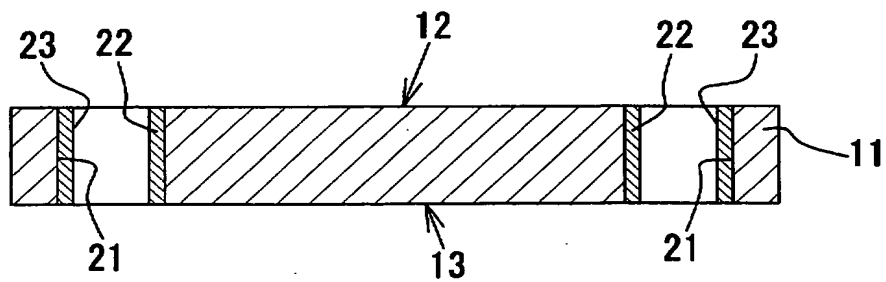
【図 8】



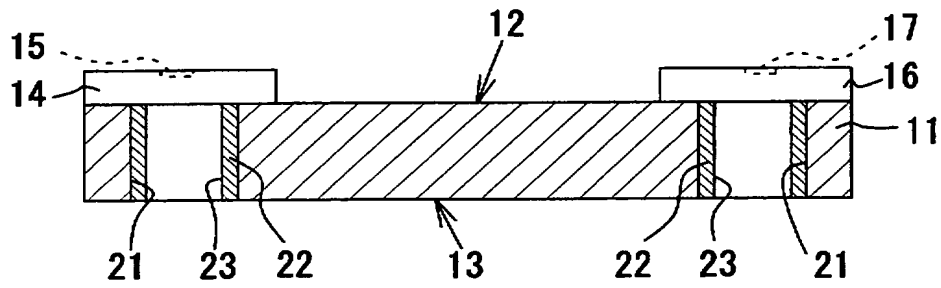
【図 9】



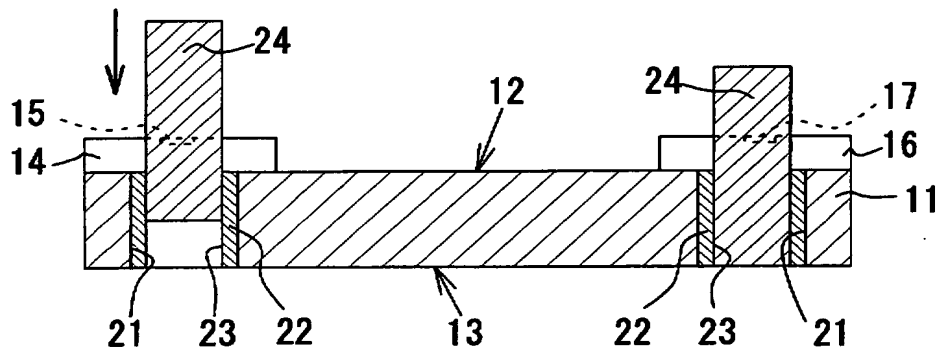
【図 10】



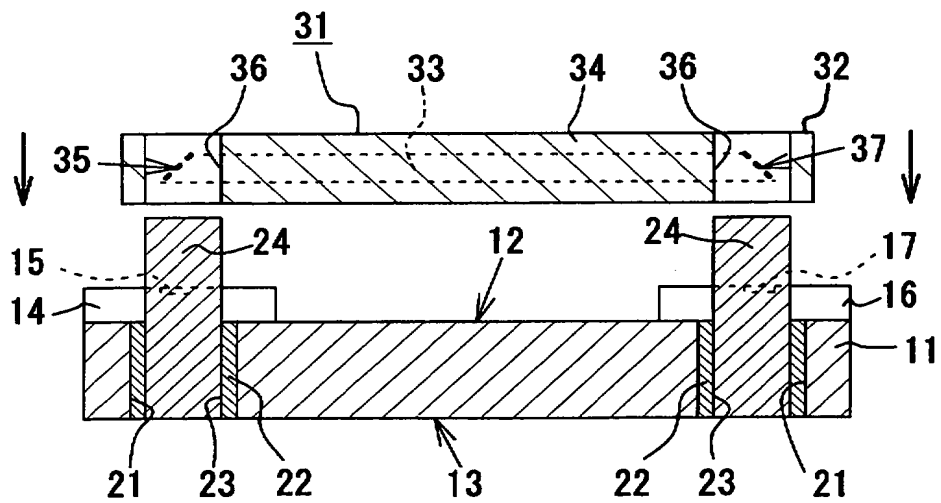
【図 11】



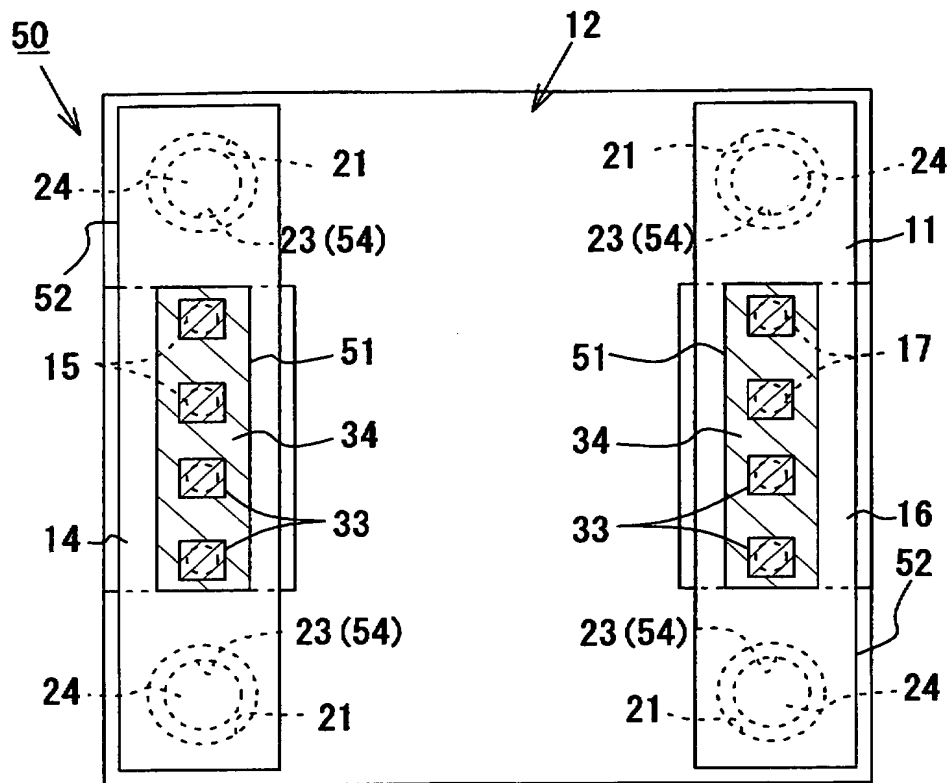
【図 12】



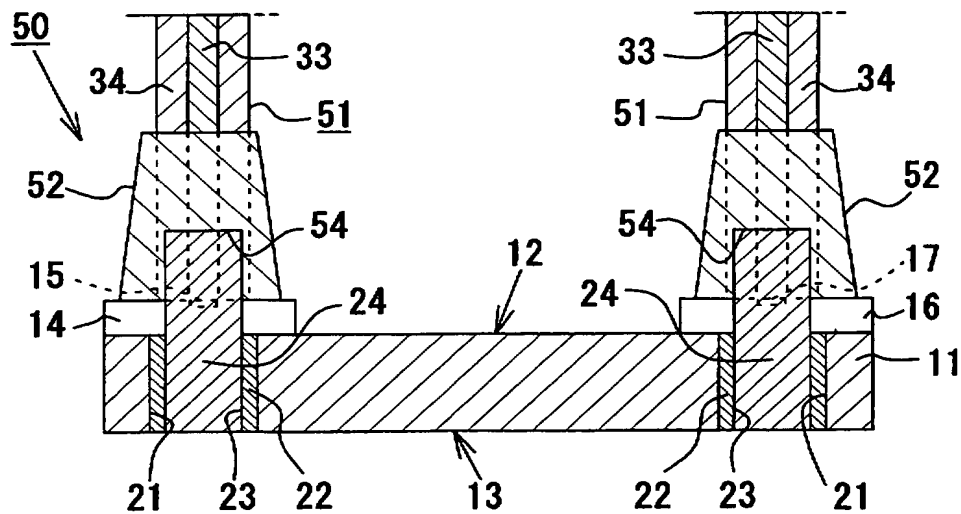
【図 13】



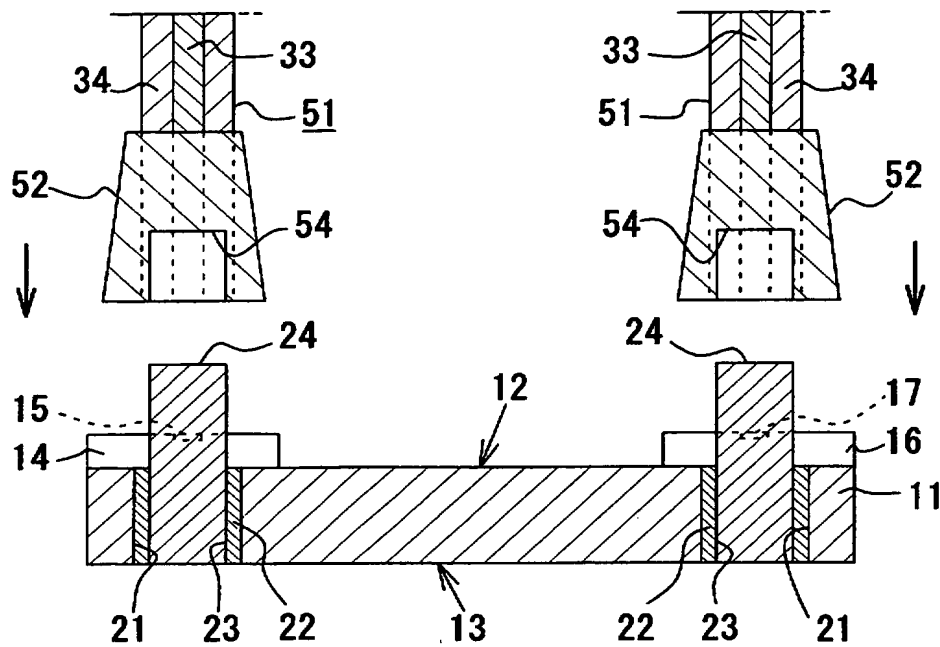
【図 14】



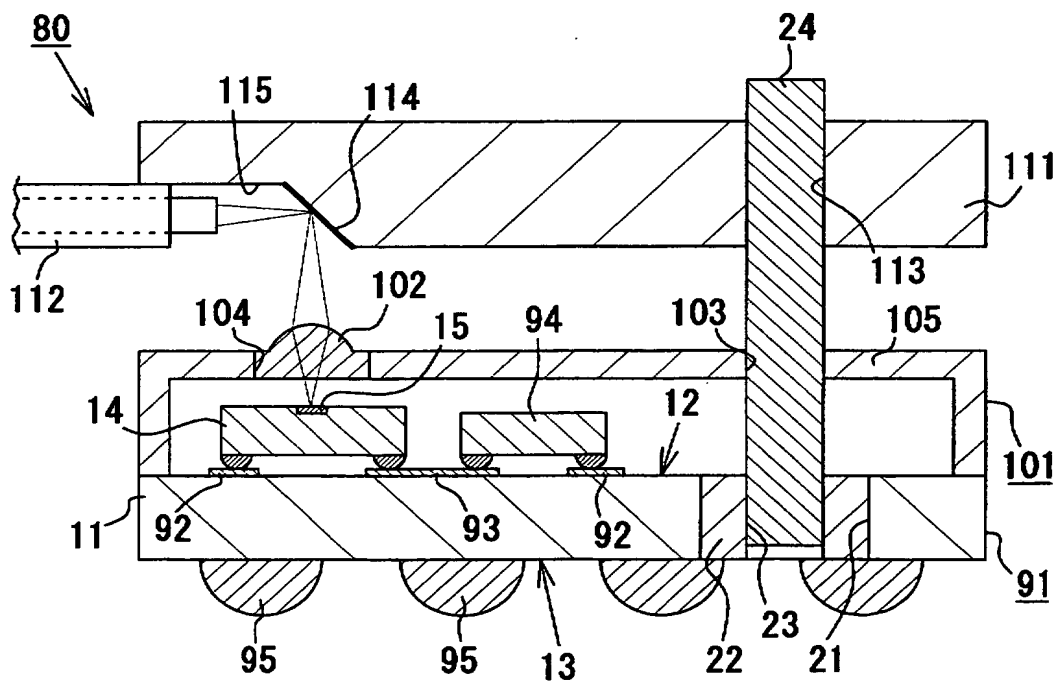
【図 15】



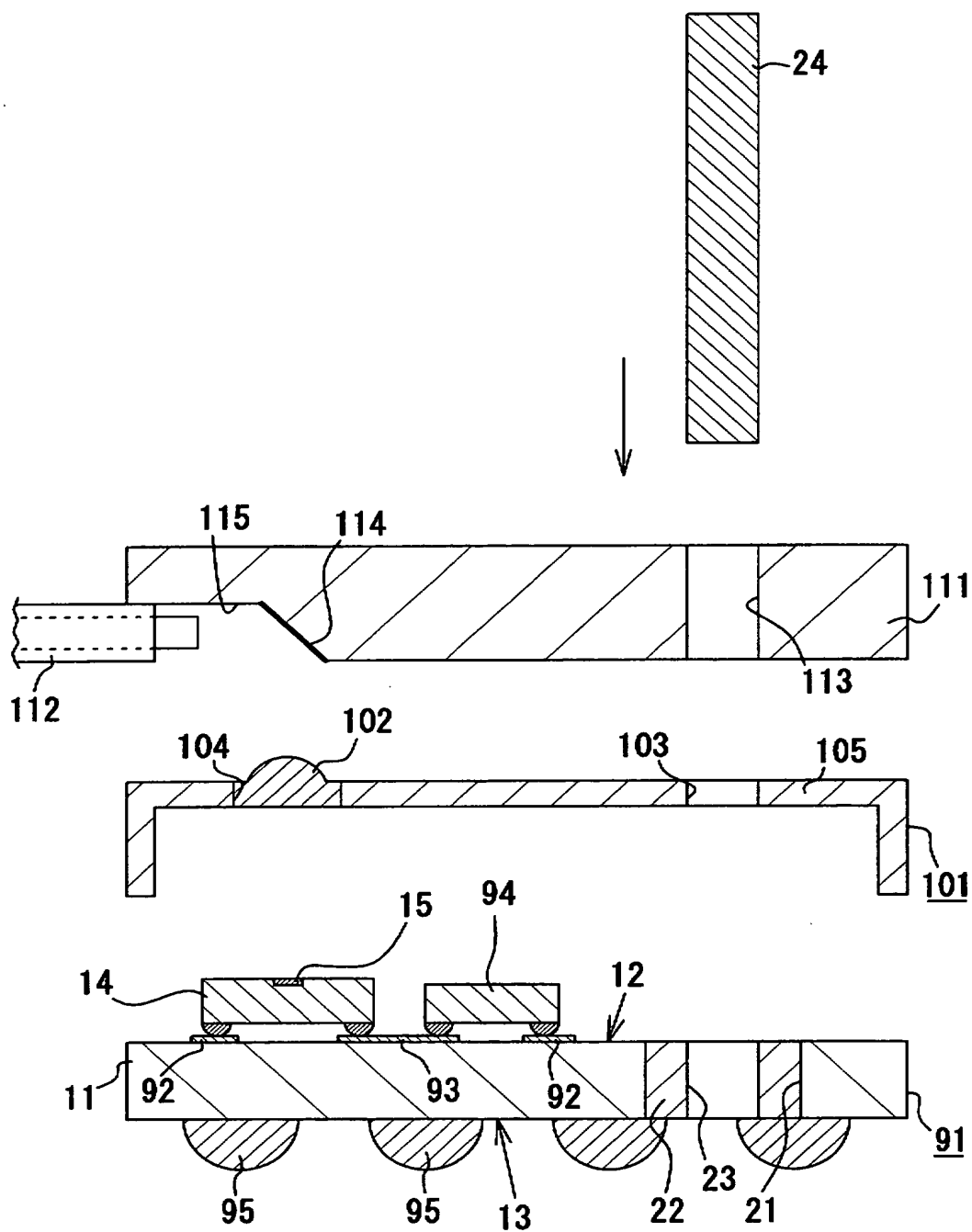
【図 16】



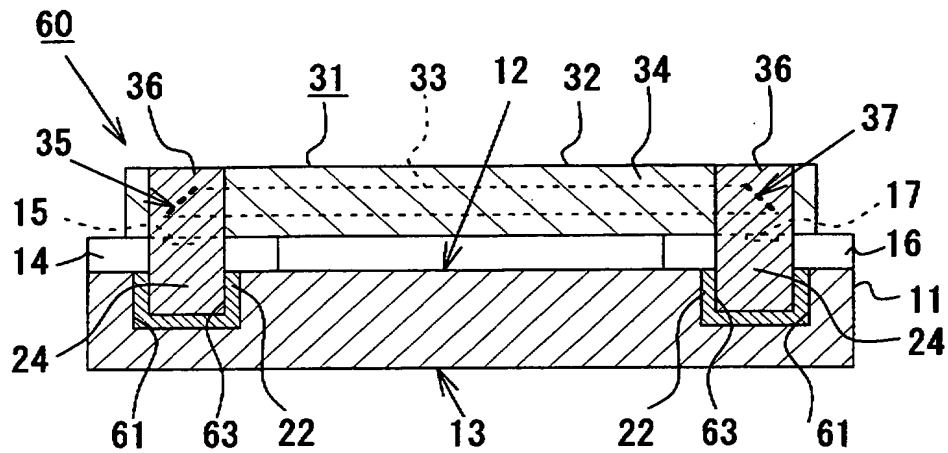
【図 17】



【図 18】



【図 19】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光軸ズレがなく確実な位置合わせをすることができ、光の伝送ロスが小さい光学素子搭載基板を提供すること。

【解決手段】 本発明の光学素子搭載基板 10 は、セラミック基板 11、光学素子 14、16、樹脂層 22、位置合わせ用ガイド部材 24 等を備える。セラミック基板 11 の主面 12 側においては第 1 凹部 21 が開口する。セラミック基板 11 の主面 12 上に搭載される光学素子 14、16 は、光導波路 31 等と光軸を合わせた状態で光学的に接続されるべきものである。樹脂層 22 は第 1 凹部 21 内に位置し、第 1 凹部 21 よりも小径かつ少なくとも主面 12 側にて開口する第 2 凹部 23 を有する。位置合わせ用ガイド部材 24 は、第 2 凹部 23 に嵌合されることで支持され、主面 12 側にてその一部が突出する。そして、位置合わせ用ガイド部材 24 を光導波路 31 の位置合わせ穴 36 に対して嵌合することにより、位置合わせがなされる。

【選択図】 図 13

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-185881
受付番号	50301081366
書類名	特許願
担当官	第四担当上席 0093
作成日	平成 15 年 7 月 2 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000004547
【住所又は居所】	愛知県名古屋市瑞穂区高辻町 14 番 18 号
【氏名又は名称】	日本特殊陶業株式会社

【代理人】

申請人	
【識別番号】	100114605
【住所又は居所】	愛知県名古屋市瑞穂区密柑山町 2 丁目 30-1 第 2 好日ハイツ 202 号室
【氏名又は名称】	渥美 久彦

特願 2003-185881

出願人履歴情報

識別番号

[000004547]

1. 変更年月日

1990年 8月 8日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

氏 名

日本特殊陶業株式会社